அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி மூன்று



தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

அறிவியல் களஞ்சியம்

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி மூன்று

(ஆஃப்செட்முறை அச்சடிப்பு—இடைச்சிறுகுடல்)



தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

ISBN: 81-7090-106-5



தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக வெளியீடு: 63-3

திருவள்ளுவர் ஆண்டு 2018 மார்கழி திசம்பர் 1987

துறை : களஞ்சிய மையம்

நூல் : அறிவியல் களஞ்சியம்

பதிப்பு : முதற் பதிப்பு

விலை : உரு. 300

அச்சுப் பதிவம் : சிவகாமி அச்சகம்
அண்ணாமலைநகர்.

ஓவியம் : தே. நெடுஞ்செழியன்

மறுதோன்றி அச்சு : தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக
மறுதோன்றி அச்சகம், தஞ்சாவூர்

நெறிப்படுத்தும் குழு

காப்பாளர்	:	மாண்புமிகு டாக்டர் எம்.ஜி. இராமச்சந்திரன் முதலமைச்சர் தமிழ்நாடு அரசு
தலைவர்	:	மாண்புமிகு சி. பொன்னையன் கல்வி அமைச்சர், இணைவேந்தர் தமிழ்நாடு அரசு
துணைத் தலைவர்	:	மாண்புமிகு திரு. தொண்டமான் ஊரகம் மற்றும் தொழில்துறை அமைச்சர் இலங்கை
,,	:	மலேசியாப் பேராளர்
,,	:	சிங்கப்பூர் பேராளர்
,,	:	மோரிசியசு பேராளர்
,,	:	தலைமைச் செயலாளர் புதுச்சேரி அரசு
,,	:	முனைவர் ச. அகத்தியலிங்கம் துணைவேந்தர் (ஒருங்கிணைப்பாளர்) தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்
உறுப்பினர்கள்	:	திரு. தி. டி. சுந்தரராசு, இ. ஆ. ப. ஆணையர் மற்றும் கல்வி, அறிவியல் தொழில் நுட்பத்துறைச் செயலாளர் தமிழ்நாடு அரசு
	:	திரு. சி. இராமச்சந்திரன், இ. ஆ. ப. ஆணையர் மற்றும் நிதித்துறைச் செயலாளர் தமிழ்நாடு அரசு
சிறப்பு அழைப்பினர்	:	சென்னை வாழ் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக ஆட்சிக்குழு உறுப்பினர்
	:	முனைவர் சோ. ந. கந்தசாமி வளர்தமிழ்ப் புலத் தலைவர் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்
	:	பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (அறிவியல்) களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்
	:	முனைவர் நா. பாலுசாமி முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (வாழ்வியல்) களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
	:	முனைவர் தா. வே. வீராசாமி முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் பெருஞ்சொல் அகராதி தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்

கருத்தறி குழு

தலைவர் : முனைவர் ச. அகத்தியலிங்கம்
துணைவேந்தர் (ஒருங்கிணைப்பாளர்)
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

உறுப்பினர்கள் : திரு தி. டி. சுந்தரராசு, இ. ஆ. ப.
ஆணையர் மற்றும் கல்வி, அறிவியல்
தொழில் நுட்பத்துறைச் செயலாளர்
சென்னை 600 009

: திரு. சி. இராமச்சந்திரன், இ. ஆ. ப.
ஆணையர் மற்றும் நிதிச் செயலாளர்
சென்னை 600 009

: பேரா. அ. மு. பரமசிவானந்தம்
சென்னை

: திரு சு. செல்லப்பன்
தமிழ் வளர்ச்சி இயக்குநர்
சென்னை 600 001

: திரு முத்துலிங்கம்
அரசவைக் கவிஞர்
சென்னை

: முனைவர் ச. வே. சுப்பிரமணியம்
இயக்குநர்
உலகத் தமிழ் ஆராய்ச்சி நிறுவனம்
சென்னை

: முனைவர் சோ. ந. கந்தசாமி
வளர்தமிழ்ப் புலம்
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 001

: பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (அறிவியல்)
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

: முனைவர் நா. பாலுசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (வாழ்வியல்)
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

: முனைவர் தா. வே. வீராசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்
பெருஞ்சொல் அகராதி
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை அறிவியல் களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர் 613005
பதிப்பாசிரியர்கள்	:	திருமதி பங்கஜம் கணேசன் கணிதம், புள்ளியியல், வானியல், மருத்துவம், வேதியியல்
	:	திரு லெ. இராபின்சன் தாமஸ் வேளாண்மை, தாவரவியல், கானியல், கால்நடைமருத்துவம்
	:	திரு. கே. கே. அருணாசலம் விலங்கியல், கடலியல், கடலுயிரியல்
தகைமைப் பதிப்பாசிரியர்கள்	:	திரு. ந. முத்துக்குமாரசாமி களஞ்சிய ஒருங்கிணைப்புப் பணி
		மருத்துவர் அ. கதிரேசன் பொது மருத்துவம்
		மருத்துவர் லெ. சிவராமன் அறுவை மருத்துவம்
		திரு வ.குமாரசாமி மொழித் திருத்தம்
செய்தி திரட்டுவோர்	:	திரு ம. அ. மோகன் கடலியல், கடலுயிரியல்
		திருமதி ஜெயக்கொடி கௌதமன் விலங்கியல், சூழ்நிலையியல்
		திரு பெ. வடிவேல் கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்
		திரு த. தெய்வீகன் வேதியியல்
		திரு சு. சந்திரசேகரன் புவிப்பொறியியல்
		செல்வி இரா. சரசவாணி பொதுப் பொறியியல், நிலவியல்

முன்னர்ப் பணியாற்றியோர்

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பேரா. கி. கண்ணபிரான்
பதிப்பாசிரியர்கள்	:	திரு கொண்டல் அ. மகாதேவன் இயற்பியல்
		திரு ஆர். கிருஷ்ணமூர்த்தி மொழித் திருத்தம்
தகைமைப் பதிப்பாசிரியர்	:	திரு ந. முத்துக்குமாரசாமி விலங்கியல், சூழலியல்
செய்தி திரட்டுவோர்	:	திரு மா. பூங்குன்றன் இயற்பியல்

வல்லுநர்க் குழு

பொதுப் பொறியியல் துறை

பொதுப் பொறியியல்

முனைவர் அ. இளங்கோவன்
துணைப் பேராசிரியர்
பொதுப் பொறியியல்
கட்டுமானப் பொறியியல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை 600 025

பொறிஞர் கொடுமுடி ச. சண்முகன்
செயற் பொறியாளர்
பொதுப்பணித்துறை
சேலம் 636 007

பொறிஞர் மு. புகழேந்தி
உதவிப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு குடிநீர் வடிகால்வாரியம்
மயிலாடுதுறை 2

நில இயல்

பேரா. வே. இராமசாமி
பேராசிரியர்
நிலஇயல் துறை
அரசினர்க் கலைக்கல்லூரி
காரைக்குடி

கி. கதிர்வேலு
பேராசிரியர்
நிலஇயல் துறை
வ.உ.சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி 628 008

ம. சிவக்குமாரன்
சுரங்க நிலஇயலாளர் அலுவலகம்
நெய்வேலி பழுப்பு நிலக்கரி நிறுவனம்
நெய்வேலி 607 801

முனைவர் ப.ச. செகதீசன்
நிலஇயல் துறை
கிண்டி பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை 600 025

திரு மு. இராமசாமி
உதவி இயக்குநர்
நிலஇயலும் அரங்கவியலும்
அருளானந்தநகர்
தஞ்சாவூர் 61300"

முனைவர் ஞா.வி. இராசமாணிக்கம்
பேராசிரியர்
தொல் தொழில் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 001

எந்திர மின்பொறியியல் துறை

எந்திரப் பொறியியல்

ப.அர. நக்கீரன்
விரிவுரையாளர்
உற்பத்தியியல் துறை
சென்னைத் தொழில் நுட்பக் கழகம்
சென்னை 600 044

தமிழநம்பி
தொலைத் தொடர்புத்துறை
ஊடச்சு நிலையம
விழுப்புரம் 605 602
தென்னார்க்காடு மாவட்டம்

மின் பொறியியல்

கு.நல்லதம்பி
துணைப்பேராசிரியர்
மின்பொறியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் 636 011

முனைவர் பா. மாரிமுத்து
பேராசிரியர்
மின் பொறியியல் துறை
கோயம்புத்தூர் தொழில்நுட்பக் கழகம்
கோயம்புத்தூர் 614 014

வேதிப்பொறியியல், நெசவுப் பொறியியல்

திரு பா. கந்தசாமி
இணை விரிவுரையாளர்
எந்திரவியல் துறை
ச.வே. பாலிடெக்னிக்
விருதுநகர் 626 001

முனைவர் த.வி. சுப்பிரமணியன்
வேதியியற் பொறியியல் துறை
அழகப்பர் தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை 600 025

பொதுமருத்துவ இயல் துறை

டாக்டர் சி. இராமகிருஷ்ணன்
துறைத் தலைவர்
உயிர் வேதியியல் துறை
'ஜிப்மர்'
புதுச்சேரி 601 001

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
இயக்குநர்
ஸ்டெட்ஃபோர்டு மருத்துவமனை
சென்னை 600 053

டாக்டர் கோ. கணபதி
மருத்துவ வல்லுநர்
தலைமை அரசு மருத்துவமனை
திருச்சிராப்பள்ளி 620 001

டாக்டர் அ. செகதீசன்
துணைப் பேராசிரியர்
குழந்தை நலத் துறை
இராசா மிராசுதார் மருத்துவமனை
தஞ்சாவூர் 613 001

டாக்டர் ஆர். தனஞ்செயன்
பி.ஜி.ஐ.பி.எம்.எஸ்
தரமணி
சென்னை 600 113

டாக்டர் ஏ. எஸ். பத்மநாபன்
பேராசிரியர்
குழந்தை நலத் துறை
தஞ்சை மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 007

டாக்டர் க.உ. வேல்முருகேந்திரன்
பேராசிரியர்
நரம்புத் தளர்ச்சித்துறை
ஸ்டான்லி அரசு மருத்துவமனை
சென்னை 600 001

அறுவை மருந்துவ இயல் துறை

டாக்டர் எஸ். ஆறுமுகம்
முதல்வர்
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை

டாக்டர் சு. நரேந்திரன்
62-பி, கீழ ராஜவீதி
தஞ்சாவூர் 613 001

டாக்டர் பெ. புஷ்பராஜன்
இணைப் பேராசிரியர்
பல் மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை 690 003

டாக்டர் வை. சிவராஜன்
முதல்வர் (ஒய்வு)
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சுந்தரம் நகர்
தஞ்சாவூர் 613 005

கால்நடை மருத்துவ இயல்

டாக்டர் சண்முகசுந்தரம்
பேராசிரியர்
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை 600 007

டாக்டர் எம். மாரிமுத்து
இணைப் பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப பல்கலைக் கழகம்
அருப்புக்கோட்டை 626 101

இயற்பியல் துறை

திரு வி. கோவிந்தராஜன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல்துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 005

திரு ச. சம்பத்து
இணைப் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியல் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி 620 015

முனைவர் மெ. மெய்யப்பன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 005

வேதியியல் துறை

முனைவர் எம். கிருட்டிணப்பிள்ளை
வேதியியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக் கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி 620 024

முனைவர் எஸ். விவேகானந்தன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை 600 030

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல் துறை

ஜி. சண்முகசுந்தரம்
பேராசிரியர்
கணிதவியல் துறை
ஜி.டி.என். கலைக் கல்லூரி
திண்டுக்கல் 624 001

சே. செல்வராஜ்
பேராசிரியர்
கணிதவியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 005

ச. நாகலிங்கம்
பேராசிரியர்
புள்ளியியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 63 005

விலங்கியல், சூழ்நிலையியல் துறை

திரு கோவி. இராமசுவாமி
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அ.வ.அ. கல்லூரி
மன்னம் பந்தல் 609 305

முனைவர் ந. இராமலிங்கம்
விரிவுரையாளர்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகம்
அண்ணாமலைநகர் 608 002

முனைவர் மு. இராஜேந்திரன்
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
தருமபுரி

திரு சி. சௌ. தாமோதரன்
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 005

தாவரவியல், வேளாண்மைத் துறை

முனைவர் தி. ஸ்ரீகணேசன்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை, 625011

கடலியல், கப்பல் கட்டுதல் துறை

முனைவர் அழ. பால்பாண்டியன்
பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பரங்கிப்பேட்டை 608 502

முனைவர் சி. அந்தோனி ஃபெர்னாண்டோ
பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பறங்கிப்பேட்டை 608 502

முனைவர் ஞா. வி. இராசமாணிக்கம்
பேராசிரியர்
தொல்தொழில் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 001

கட்டுரையாளர்கள்

அ

முனைவர் அ. இளங்கோவன்
துணைப் பேராசிரியர்
கட்டிடப் பொறியியல் துறை
கிண்டிப் பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை 600 025

அ. தனலட்சுமி
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
சீதாலெட்சுமி இராமசாமி கல்லூரி
திருச்சி 620 002

முனைவர் அ. துரைராஜ்
7-11, மெயின் ரோடு
கோட்டூர்புரம்
சென்னை 600 085

டாக்டர். அ. நமசிவாயம்
பேராசிரியர் உடலியங்கியல் துறை
அடிப்படை மருத்துவப் பட்டமேற்படிப்பு நிறுவனம்
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம்
தரமணி
சென்னை 600 113

முனைவர். அ. பசுபதி
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
டாக்டர். இராதாகிருஷ்ணன்
அரசினர் கலைக் கல்லூரி
ஏனம் 533 464

அ. வே. உடையனப் பிள்ளை
பேராசிரியர்
நிலஇயல்துறை
வ.உ.சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி 628 008

ஆ

டாக்டர் ஆ. கிருஷ்ணமூர்த்தி
பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்
உடற்கூறு பிரிவு
அடிப்படை மருத்துவப்பட்ட மேற்படிப்பு நிறுவனம்
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம், தரமணி
சென்னை 600 113

டாக்டர். ஆர்ச்சி பால்ட் டேவிட்
பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்
அறுவை சிகிச்சைத் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை 600 007

ஆர். மணிவாசகம்
துணை இயக்குநர்
ஆப்பிள் விண்வெளிக் கலத் திட்டம்
இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சிக் கழகம்
பெங்களூர் 560 017

இ

டாக்டர். இந்திரா சௌடப்பா
இராஜா மிராசுதார் மருத்துவமனை
ரெத்னாகாலனி
தஞ்சாவூர் 613 007

டாக்டர் இரத்தின வேலு சுப்ரமணியம்
கீழ்ப்பாக்கம்
சென்னை 600 010

இரா. இராமசாமி
உதவி இயக்குநர்
நிலயியல், சுரங்கத்துறை
கிண்டித் தொழிற்பேட்டை
சென்னை 600 032

இரா. இராமன்
துணைப் பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம்
சென்னை 600 036

முனைவர். இரா. கதிர்வேல்
பேராசிரியர்
உணவியல் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை 600 007

முனைவர். இ. விவேகானந்தன்
அறிவியல் அறிஞர்
மத்திய கடல் மீன்வள ஆய்வு மையம்
எழும்பூர்
சென்னை 600 008

உ

உ. கருப்பண்ணன்
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் 641018

எ

முனைவர் எ. கோவிந்தராஜுலு
முன்னாள் பதிப்பாசிரியர்
விலங்கியல், வேளாண்மை தாவரவியல் துறை
அறிவியல் களஞ்சியம்
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 005

டாக்டர். எம்.சி. இராசமாணிக்கம்
25, சிதம்பரனார் பூங்கா வழி
ஓட்டல் ஆக்ஸ்போர்டு எதிரில்
ஈரோடு

எம். நல்லு
துணைப் பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
14, என்.எம். காலனி
டோல்கேட்
திருச்சி 620 021

எம். பி. முருகேசன்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை 600030

எல். இராஜகோபாலன்
முதல்வர் (ஓய்வு)
12, பெசண்ட் ரோடு
கும்பகோணம்

முனைவர். எல். கண்ணன்
இணைப் பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பரங்கிப்பேட்டை 608 502

எல். கே. இராமலிங்கம்
கோட்டப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம
6 ஆம் தளம், நடிப்பிசைப்புலவர்
கே. ஆர். இராமசாமி மாளிகை
மின் வளாகம்
800, அண்ணாசாலை
சென்னை 600 002

எ. ஜாஃபர் உசேன்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை 600 005

எஸ். கிருஷ்ணப் பிரகாஷ்
மனை எண் 6
அருளானந்தம்மாள் நகர்
தஞ்சாவூர் 613 007

முனைவர். எஸ். நாகராஜன்
உயர்நிலை விரிவுரையாளர்
வேதியியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சி 620 024

முனைவர். எஸ்.பி. சீனிவாசன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
அ.மா. சமணக் கல்லூரி
மீனம்பாக்கம்
சென்னை 600 061

முனைவர் எஸ்.பி. சுப்பிரமணியன்
துணைப் பேராசிரியர்
கடற் பொறியியல் நிலையம்
இந்தியத் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்
சென்னை 600 036

டாக்டர். எஸ். மனோஹர் டேவிட்
மோஸஸ் ஞானாபாரணம் கண் ஆஸ்பத்திரி
பெரிய கடைத்தெரு
கோயம்புத்தூர் 641 001

முனைவர். எஸ். வி. எம். அப்துல் றஹீம்
பேராசிரியர்
விலங்கியல் பிரிவு
புதுக்கல்லூரி
இராயப்பேட்டை
சென்னை 600 014

ஏ

முனைவர். ஏ. நடராஜன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சி 620 023

க

க. சேதுராமன்
துணைப்பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
யாதவர் கல்லூரி
மதுரை 625 014

க. மு. நடராசன்
பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்

டாக்டர். கி. காமாட்சி
உடற்கூறு பிரிவு
அடிப்படை மருத்துவப்பட்ட மேற்படிப்பு நிறுவனம்
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம் தரமணி
சென்னை 600113

கி. மு. மோகன்
இணை விரிவுரையாளர்
வேதியியல் துறை
ஆதிபராசக்தி பொறியியற் கல்லூரி
மேல்மருவத்தூர் 603301

கு. நல்லதம்பி
துணைப் பேராசிரியர்
மின் பொறியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் 11

கு. நாராயணசாமி
துணைப் பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கழகம்
சென்னை 600036

கே. ஆர். கோவிந்தன்
விரிவுரையாளர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் 11

முனைவர். கே. பிரேமா
இயற்பியல்துறை
சீதாலெட்சுமி இராமசாமி கல்லூரி
திருச்சி 620 002

கே. ஜெயச்சந்திரன்
உதவிப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் 607 001

பொறிஞர் கொடுமுடி
இரா. மணிவாசகம்
22, வடகோவை இரயில்வே குடியிருப்பு
வடகோவை
கோயம்புத்தூர் 641043

முனைவர். கோ. அர்ஜுனன்
இணைப் பேராசிரியர்
தேசியப் பயிர்வகை ஆராய்ச்சி மையம்
வெம்பன் காலனி
புதுக்கோட்டை 622 039

கோ. சண்முகசுந்தரம்
முதல்வர்
ஜி.டி.என். கலைக்கல்லூரி
திண்டுக்கல் 624004

ச

சி. அகோரம்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
எஸ்.ஐ.வி.ஈ.டி கல்லூரி
சென்னை 601 302

முனைவர். சி. அந்தோணி ஃபெர்னாண்டோ
இணைப் பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பரங்கிப்பேட்டை 608502

முனைவர் சி. இ. சூரியமூர்த்தி
ஆற்றல் பள்ளி
மதுரை 625021

முனைவர். சி. எம். லலிதா
ஒட்டுண்ணியியல் துறை
சென்னை கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை 600 007

சி. சுப்பிரமணியன்
துணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613005

சி. சோமநாதன்
செயற்பொறியாளர்
பொதுப்பணித் துறை
நீரளவைக் கோட்டம்
சேப்பாக்கம்
சென்னை 600005

டாக்டர். சி. நடராசன் எம். டி.
1675, 15 ஆவது மெயின்ரோடு
அண்ணாநகர்
சென்னை 600040

சிரே. தன்யகுமார்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
மாநிலக் கல்லூரி
சென்னை 600 005

சு. சந்திரமௌளீஸ்வரன்
இயற்பியல் இணை விரிவுரையாளர்
அழகப்பா பொறியியற் கல்லூரி
காரைக்குடி 623 004

சு. சீனிவாசன்
மனைஎண், 12B
வெங்கட்டரத்தினம் நகர் நீட்டிப்பு
அடையாறு
சென்னை 600020

சு. சந்தரம்
பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
அரசு கலைக் கல்லூரி
கோவை 641018

முனைவர் சு. தங்கவேலு
பேராசிரியர்
விலங்கியில் துறை
ஜமால் முகமது கல்லூரி
திருச்சி 620020

சு. தம்புராசு
இணைப் பேராசிரியர்
தோட்டக்கலைத்துறை
த.வே.ப.க.
கோவை 641003

டாக்டர் சு. நரேந்திரன்
623 கீழவீதி
தஞ்சாவூர் 613001

சு. நாராயணசுவாமி
4 ஏழாவது தெரு
மண்டலப் பொறியியல் கல்லூரி குடியிருப்பு
திருச்சி 620015

சு. ருக்மணி
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
எத்திராஜ் மகளிர் கல்லூரி
எழும்பூர்
சென்னை 600008

டாக்டர் செ. பிரேமா
இணைப்பேராசிரியர்
சித்த மருத்துவத்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613001

ஞ

முனைவர் ஞா.வி. இராசமாணிக்கம்
பேராசிரியர்
தொல்தொழில் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613001

ட

டாக்டர். டி. எபிநேசர்
உதவி இயக்குநர்
மாதிரி வரைவுத்திட்டம்
கால்நடைப் பராமரிப்பு இயக்குநர் அலுவலகம்
சென்னை 600002

டி.கே. சீனிவாசன்
விரிவுரையாளர்
மாநில வளப்பயிற்சிக் கல்லூரி
கோவை 641002

த

பொறிஞர். த. சந்தானம்
67 ஓரகடம் சாலை
அம்பத்தூர்
சென்னை 600 053

பொறிஞர். தமிழநம்பி
இளநிலைப் பொறியாளர்
ஊடச்சு நிலையம்
விழுப்புரம் 605 602
தென்னாற்காடு மாவட்டம்

டாக்டர் த வே. பாபாகிருஷ்ணன்
உதவிப்பேராசிரியர்
தஞ்சை மருத்துவக்கல்லூரி மருத்துவமனை
தஞ்சாவூர்

தி. பாலகுமார்
துணைப் பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
அமெரிக்கன் கல்லூரி
மதுரை 625 002

ச. பாலகதிரேசன்
விரிவுரையாளர்
மாநில வனப்பயிற்சிக் கல்லூரி
கோவை 641002

தி. முருகையன்
ஸ்வர்ணமுருகா
28 5 ஆவது அவென்யூ
ஸ்ரீராம நகர்
தஞ்சாவூர் 613007

தி. வீரராஜன்
துணைப் பேராசிரியர்
கணிதவியல்துறை
அ.செ. பொறியியல் கல்லூரி
காரைக்குடி 623 004

முனைவர். ந. இராமலிங்கம்
விரிவுரையாளர்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர் 608 002

டாக்டர். ந. கங்கா
உதவிப்பேராசிரியர்
குழந்தை நலப்பிரிவு
இராசா மிராசுதார் மருத்துவமனை
தஞ்சை 613001

ந. சந்திரசேகரன்
உதவிப் பேராசிரியர்
புவிப்பொறியியல் துறை
வ. உ. சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி 628008

ந. சுப்பிரமணியன்
உதவிப் பொறியாளர்
தண்டராம் பேட்டை
திருவண்ணாமலை மின்திட்டம்
தண்டராம் பேட்டை 606707

பேராசிரியர் ந. சுவாமிநாதன்
இயற்பியல் துறை
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
விழுப்புரம்

முனைவர். ந. நடராஜரத்தினம்
பேராசிரியர்
பயிர் வினையியல் துறை
த. வே. ப. க.
கோவை 641003

பொறிஞர் ந. ரமேஷ்
22 சிவாஜி நகர்
தஞ்சாவூர் 613007

நாஞ்சில் சிவா
துணைப்பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்
மதுரை

முனைவர். நெ.சு. ஞானப்பிரகாசம்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
லயோலா கல்லூரி (தன்னாட்சி)
சென்னை 600 034

ப

டாக்டர். ப. ந காந்தாமணி
பெண் மருத்துவ அதிகாரிகள் விடுதி
திருவள்ளுவர் வீதி
தஞ்சாவூர் 613001

பேரா. ப. நடராசன்
விலங்கியல் துறை
தாகூர் கலைக்கல்லூரி
புதுச்சேரி 8

முனைவர். பழ. முத்தையா
மேலாண்மை ஆய்வியல் அதிகாரி
அடிலைடு பல்கலைக்கழகம்
தெற்கு ஆஸ்திரேலியா

பா. அண்ணாதுரை
துணைப்பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
சி. அப்துல் அக்கீம் கல்லூரி
மேல்விசாரம் 632 509

டாக்டர். பா. ரா. சந்தானகிருஷ்ணன்
குழந்தை மருத்துவர்
கூடுதல் பேராசிரியர்
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
குழந்தை நல மருத்துவமனை
சென்னை 600 008

பா. வெங்கடரமணி
13-ஏ, எவரெஸ்ட்
அணுசக்தி நகர்
பம்பாய் 400 094

பி.இ.எம். லியாகத் அலிகான்
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
சேதுபதி அரசினர் கல்லூரி
இராமநாதபுரம் 623502

பி. ஞானசுந்தரம்
1 புதுத்தெரு சந்து
வடக்கு ஆண்டார் வீதி
திருச்சி

முனைவர் பி.எஸ்.எம் கண்ணன்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
1296 தெற்கு வீதி
தஞ்சாவூர் 613009

முனைவர். பொ. அனந்த கிருஷ்ண நாடார்
பேராசிரியர்
வேதியியல் துறை
அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
பொறியியற் கல்லூரி
சென்னை 600 025

ம

ம. அருள்தளபதி
துணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
அ.தி.ஆ. கல்லூரி
குடியாத்தம் 632604

ம.ச. செகதீசன்
நிலஇயல் பேராசிரியர்
அழகப்பர் தொழில் நுட்பக்கல்லூரி
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம்
சென்னை 600 025

மா. ச. ஆனந்த்
விரிவுரையாளர்
நில இயல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்

மணிமேகலை கணேசன்
எண் 3 முதல் முதன்மைச்சாலை
காந்தி நகர்
அடையாறு
சென்னை 600 020

மா. பாலதண்டாயுதபாணி
மன்னர் சரபோசி கல்லூரி
தஞ்சை 613005

முனைவர் மு. இராஜேந்திரன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அரசு கலைக்கல்லூரி
தருமபுரி 636705

மு. குலசேகரன்
பேராசிரியர்
தோட்டக்கலைக்கல்லூரி
தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக் கழகம்
கோவை 641 003

மு. தியாகசுந்தரம்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை 600 030

பொறிஞர் மு. தீனதயாளன்
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
பொதுப் பணித் துறை
காசனத் தலைமைப் பொறியாளர் அலுவலகம்
சேப்பாக்கம்
சென்னை 600 005

முனைவர் மெ. மெய்யப்பன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோசி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சை 613 005

ர

டாக்டர் ர. ஆனந்தன்
ஒட்டுண்ணியியல் துறை
சென்னை கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை 600 007

டாக்டர் ரெ. முத்துசாமி
விரிவுரையாளர் (உடற்கூறுபிரிவு)
அடிப்படை மருத்துவப் பட்டமேற்படிப்பு நிறுவனம்
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம் தரமணி
சென்னை 600 113

ரெ. வீரவேல்
விரிவுரையாளர்
பூச்சியியல் பிரிவு
வேளாண் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகம்
அண்ணாமலை நகர் 608 002

ல

டாக்டர் (திருமதி) லோகசுந்தரி செல்வராஜ்
6 சீத்தம்மா சாலை
ஆழ்வார் பேட்டை
சென்னை 600 018

வ

முனைவர் வ.ந. வேதாந்த தேசிகன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
3, வால்மீகி தெரு
சோமசுந்தரம் காலனி
மதுரை 625 016

முனைவர் வி. எஸ் ராமன்
பேராசிரியர்
மரபியல் மையம்
த.வே.ப.க.
கோவை

முனைவர். வி. சிவசுப்ரமணியம்
பேராசிரியர்
நெல் ஆராய்ச்சி நிலையம்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம்
ஆடுதுறை 612101
தஞ்சை மாவட்டம்

வி. சீனிவாசன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
அமெரிக்கன் கலலூரி
மதுரை 625 002

டாக்டர். வெ. கண்ணன்
இயக்கு நீரியல் வல்லுநர்
வளர்சிதை மாற்றத் துறை
978 பூந்தமல்லி நெடுஞ்சாலை
சென்னை 600 084

முனைவர். வெ. சுந்தரராஜ்
இணைப்பேராசிரியர்
மீன்வளக் கல்லூரி
தூத்துக்குடி 62800

வே. இராதாகிருஷ்ணன்
உதவிப் பேராசிரியர்
நில இயல் துறை
வ.உ.சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி 628 008

டாக்டர். வை. சிவராஜன்
முதல்வர் ஒய்வு சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சுந்தரம் நகர்
தஞ்சாவூர் 613005

முனைவர் ஜி.எஸ். விஜயலட்சுமி
துணைப் பேராசிரியர்
பராசக்தி மகளிர்க் கல்லூரி
குற்றாலம் 627802

திரு. ஜி. குருசாமி
துணைப் பேராசிரியர்
மின், மின்னணுத் துறை
பூ. சா. கோ. தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
கோவை 641004

பொறிஞர் ஜெ. சுப்பிரமணியன்
முன்னாள் செய்தி திரட்டுநர்
ஆற்றலியல் துறை
அறிவியல் களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சை 613 005

முனைவர். ஜே. பி. எம். முகமது அப்துல் காதர்
பேராசிரியர்
தோட்டக்கலைக் கல்லூரி
த. வே. ப. க.
கோவை 641003

நன்றியறிவிப்பு

ENCYCLOPAEDIA

McGraw-Hill Encyclopaedia of
Science and Technology
McGraw-Hill Book Company
1221, Avenue of the Americas
New York 10020

Encyclopaedia Britannica
Encyclopaedia Britannica Inc.
London

Encyclopaedia Americana
Americana Corporation
Danbury, Connecticut 06816

The New Caxton Encyclopaedia
The Caxton Publishing Company Ltd.
London

The Collier's Encyclopaedia
MacDonald Rain Tree Inc.
Purnell Reference Books Division
Orbis Publishing Limited
London

Grzimek's Animal Life Encyclopaedia
Van Nostrand Reinhold Company
New York

The New Book of Popular Science
Grolier Inc.
Danbury, Connecticut 06816

The International Wild Life Encyclopaedia
Marshall Cavendish Corporation
New York

The New Book of knowledge
Arolier Inc.
London

The Hamlyn Childrens' Animal World
Encyclopaedia in Colour
The Hamlyn Publishing group Ltd.
London

கலைக் களஞ்சியம்
தமிழ் வளர்ச்சிக் கழக வெளியீடு
சென்னை

TEXT BOOKS

Cunningham's Text Book of Anatomy
Oxford Medical Publishers
Oxford Press
Oxford

Silvio Aladijem, M.D.
Atlas of Perinatology
W.B. Saunder Company
London

Oxford Text Book of Medicine
Oxford University Press
Oxford

Nelson Text Book of Paediatrics
W.B. Saunders Company
Igaku Snoin Ltd.
London
William Boyd

Text Book of Pathology
Lea & Febiger
Philadelphia

P. Vasarinsh
Clinical Dermatology
Butterworths
Butterworths Publishers
10, Tower Office Park
Woburn Ma 01801

David C. Sabiston
Davis Christopher's
Text book of Surgery
W.B. Saunders Company
London

Topley and Wilson's
Principles of Bacteriology
Virology and Immunity
Edward Arnold (Publishers) Ltd.
41, Bedford Square
London

H. Begemann J. Rastetter
Atlas of Clinical Haematology
Alle Zeitwach
Munich, W. Germany

Andrews Diseases of the Skin
Clinical Dermatology
W. B. Saunders Company
London

The Wealth of India
Council of Scientific and Industrial Research
New Delhi

James Hancock
The Birds of Weilands
Oxford University Press
Delhi

P. S. Dhami & J. K. Dhami
Chordate Zoology
R. Chand & Co.
New Delhi 110 002

William N. McFarland
Vertebrate Life
MacMillan Publishing Co. Inc.
New York

Salim Ali & Dillon Ripley
A Pictorial Guide to the Birds of the
Indian Subcontinent
Bombay Natural History Centenary Publication
Bombay

K. K. Nayar T, N. Ananthakrishnan & B. V. David
General and Applied Entomology
Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
New Delhi

S. H. Prater
The Book of Indian Animals
Bombay Natural History Society
Bombay

Astronomy - Selected Readings
The Benjamin/Cummings
Publishing Co Inc.
Menlo Park California Reading
Massachusetts
London

JOURNALS

The Hindu
Kasthuri Buildings
Madras 600 002

Science Today
Times of India Publication
Bombay

கலைச்சொற்கள்

Scientific and Technical Terms' lists
Department of Ancient Sciences
Tamil University
Thanjavur 613 001

பொறியியல்
மருத்துவக் கலைச்சொற்பட்டியல்கள்
திட்டம், தமிழ் வளர்ச்சித்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 001

ஜி. ஆர் தாமோதரன்
கலைச்சொல் அகராதி
பகுதிகள் 1,2,3
கலைக்கதிர் வெளியீடு
கோயம்புத்தூர் 641 037

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி - 3

ஆஃப்செட்முறை அச்சடிப்பு

காண்க, மறுதோன்றிமுறை அச்சடிப்பு

ஆப்பிரிக்க நாடுகளின் கால்நடை ஆய்வு மையம், அனைத்துலக

ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் உள்ள கால்நடை வளப் பெருக்கத்தைச் செழுமையாக்கும் நோக்கத்துடன் அனைத்து உலகநாடுகளின் ஒத்துழைப்பாலும், உதவியாலும் பலவித ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள ஓர் ஆய்வு மையத்தை அமைக்க 1974 ஆம் ஆண்டு அனைத்துலக வேளாண்மை ஆய்வு அறிவுரைக்குழு (Consultative group on International Agricultural Research) முடிவெடுத்தது. பிறகு, 1976 இல் எத்தியோப்பியாவில் உள்ள ஆடிஸ் ஆபபா (Addis Ababa) என்ற நகரைத் தலைமை அலுவலகமாகக் கொண்டு அனைத்துலக ஆப்பிரிக்க நாடுகளின் கால் நடை ஆய்வு மையம் செயல்படத் தொடங்கியது. வேளாண்மை ஆய்வு அறிவுரைக் குழுவில் உறுப்புகளாக இயங்கிவரும் ஆப்பிரிக்க நாடுகளின் மேம் பாட்டு வங்கி (African development Bank), ஆஸ்த்திரேலியா, பெல்ஜியம், டென்மார்க், ஃபிரான்சு, இந்தியா, அயர்லாந்து, இத்தாலி, நெதர்லாந்து, நைஜீரியா, நார்வே,சுவீடன், சுவிட்சர்லாந்து, இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, ஜெர்மனி (ஐக்கியக் குடியரசு) முதலிய நாடுகளின் அரசுகள், உலக வங்கி, அனைத்துலக வேளாண்மை வளர்ச்சி நிதி (International fund for Agricultural development) ஆகிய அனைத்தும் இம் மையத்துக்குத் தேவையான பண உதவி செய்து வருகின்றன. மேலும், வேறு சில நாடுகளும் அவ்வப் பொழுது சிறப்புத் திட்டத்திற்கான உதவியும் (special project grant) செய்து வருகின்றன.

நோக்கம். அறிவியல்முறையில், கால்நடைகளை வளர்த்துப் பொருளாதார முன்னேற்றம் கண்ட நாடுகள் பல இருப்பினும், ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் இவ்வகை முன்னேற்றம் ஏற்படவில்லை. இதனால் ஆப்பிரிக்க நாட்டு மக்களுக்குத் தேவையான புரத உணவுப்பொருள்களான இறைச்சி, பால், முட்டை முதலியன கிடைப்பது அரிதாக இருப்பதால் அம் மக்கள் நலிவடைந்து வருகின்றார்கள். பல கோடிக் கணக்கான மதிப்புள்ள உணவுப்பொருள்களைச் சிறப்புற வாணிபம் நடத்துவதால் கிடைக்கும் வருவாயைக் கொண்டும், அந்நியச் செலாவணிச் சேமிப்பைக்கொண்டும், மக்களுக்குத் தேவையான உரம், பூச்சிக் கொல்லி மருந்து முதலியவைகளை வாங்கிப் பயன்படுத்தி வேளாண்மை உற்பத்தியைப்பெருக்கி அதனால் இப்பகுதிகளில் வாழும் மக்களின் வருவாயையும் பெருக்கி, அவர்களின் வாழ்க்கைத் தரத்தை உயர்த்துவதே இந்த ஆய்வு மையத்தின் நோக்கமாகும்.

கால்நடை வளர்ச்சிக்குத் தேவையான பணம், இடம், உழைப்பு முதலியவை இருப்பினும், தரமான தேவையான பராமரிப்பு இல்லாததாலும், தீவனப் பற்றாக் குறையினாலும் இந்நாடுகளில் நிலவும் சமுதாய அமைப்பினாலும், பல கொடிய நோய்கள் இந்நாடுகளில் பரவலாக இருப்பதாலும் கால்நடை வளம் சிறப்புற அமையவில்லை. இக் குறையை நீக்கும்பொருட்டு அனைத்துலக ஆப்பிரிக்க நாடுகளின் கால்நடை ஆய்வு மையம் (International Livestock Centre for Africa-ILCA) சில சீரிய பணிகளை மேற்கொண்டுள்ளது. அவை ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் தொன்று தொட்டு நிலவி வரும் கால்நடை வளர்ப்புமுறைகளையும், இம் முறைகளை இங்கு வாழும் மக்கள் பின்பற்றி வந்ததற்கான காரணங்களையும் ஆய்ந்து, அறிவியல் முறைப்படி இப்பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காணல், கால்நடை வல்லுநர்களின் உதவியால் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு இப்பகுதிகளிலுள்ள கால் நடைகளின் உற்பத்தித் திறனை அதிகப்படுத்தல், ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் உள்ள பல ஆய்வு மையங்களின் வேலைகளை ஒழுங்குபடுத்தல், ஆய்வு மையங்களின் பணிகளை ஒருங்கிணைக்க உதவுதல், அவ்வப் போது, கருத்தரங்குகள், மாநாடு முதலியவற்றை

நடத்துதல், வேளாண் மக்களுக்குக் கால்நடை வளர்ப்பு, நோய்த்தடுப்பு முதலியவை பற்றிப் பயிற்சியளித்தல், கால்நடை உற்பத்தியைக் குறித்த, தேவையான அறிவியல் விவரங்களைச் சேகரித்து உதவுதல், மக்களிடையே எழுச்சி உணர்வை ஊட்டுதல் என்பனவாகும்.

ஆப்பிரிக்க நாடுகளின் பல்வேறு தட்பவெப்பச் சூழ்நிலைகளை ஒட்டி இக்கண்டத்தைப் பல மண்டலங்களாகப் பிரித்து, அந்தச் சூழ்நிலைக்கேற்ற பயன் தரக்கூடிய கால்நடைத் தொடர்பான ஆய்வுகளைச் செய்யப் பல கள ஆய்வுநிலையங்கள் (field stations) எத்தியோப்பியாவில் உள்ள ஆடிஸ் ஆபபாவிலும், நைஜீரியா, கானா (Ghana), ஐவரி கோஸ்ட் (Ivory coast),, மாலி (Mali), நைஜர் (Niger), கென்யா (Kenya), போட்ஸ்வானா (Botswana) முதலிய நாடுகளிலும் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இவை தவிர, ஆடிஸ் ஆபபாவில் இருக்கும் தலைமையகத்தில் மையஆய்வுக் கூடம் ஒன்றும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பால் உற்பத்தி, கால்நடை நலம், தீவன உற்பத்தி (feed resource), கால்நடைகளின் வேலை செய்யும்திறன், உறக்க நோய் (trypanosomiasis) எதிர்க்கும்திறன் போன்றவற்றில் ஆய்வுகள் செய்து பெரிதும் பயன் அடைந்திருக்கின்றனர்.

பால் உற்பத்தி. அதிகம் பால் கொடுக்கும் ஜெர்சி (Jersey), ஃப்ரிசியன் (Frisean) முதலிய மாடுகளைப் பயன்படுத்தி ஆப்பிரிக்க மாடுகளின் பால் உற்பத்தியைப் பெருக்க, கலப்பினக் கன்றுகளை இம்மையம் உண்டாக்கி உள்ளது. இவ்வகைக் கலப்பினப் பசுக்கள் அதிக அளவில் பால் கொடுப்பதோடு, ஆப்பிரிக்காவில் நிலவும் கடுமையான தட்பவெப்ப நிலையைத் தாங்கிக் கொள்ளும் உடலமைப்பையும் கொண்டுள்ளன.

கால்நடை நலம். ஆப்பிரிக்க நாடுகளின் கடுமையான தட்பவெப்ப நிலையாலும், சத்துணவுப் பற்றாக் குறையாலும் சரியான பராமரிப்பு இல்லாததாலும் கால்நடைகள், முக்கியமாக இளம் விலங்குகள் அதிக அளவில் உயிரிழக்கின்றன. உயிரிழப்பைத் தவிர்க்கப் பல கட்டுக்கோப்பான வளர்ப்புமுறைகளை இம்மையம் ஆய்ந்து பரிந்துரை செய்கிறது. புரதச் சத்து அதிகம் உள்ள பயிர்வகை உணவுகளை அதிக அளவில் கிடைக்கச் செய்கிறது. இதனால் சுவாச நோய்களினாலும், வெளி ஒட்டுண்ணிகளாலும் உண்டாகும் சேதம் குறைந்து வெள்ளாடுகள், செம்மறி ஆடுகள் முதலிய கால்நடைகள் வளர்ச்சியடைய வழிவகுத்துள்ளது.

தீவன உற்பத்தி. கால்நடைகளுக்குத் தேவையான தீவனப் பயிர் உற்பத்தியையும், அதன் தரத்தையும் அதிகப்படுத்த அனைத்துலக ஆப்பிரிக்க நாட்டுக் கால்நடை ஆய்வு மையம் பல சீரிய முயற்சிகளை எடுத்துக் கொண்டுள்ளது. தட்பவெப்ப நிலை காரணமாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள மண்டலங்களுக்கு ஏற்ப மேய்ச்சல் வழிமுறைகளை வகுத்துள்ளது; மற்றும் புரதச் சத்து அதிகம் உள்ள பயிர்களைப் (styloz ainthus trifolium) பயிரிட உதவி செய்துள்ளது. இதனால் நிலத்தின் நைட்ரஜன் சத்தை அதிகமாக நிலைப்படுத்த வழி ஏற்பட்டுள்ளது.

கால்நடை இழுவை (animal traction). ஆப்பிரிக்காவின் பல பாகங்களில் கால்நடைகளைப் பாரம் சுமக்கவும், இழுக்கவும், ஏர் உழவும் மற்ற வேலை செய்யவும் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இவ்வாறு செய்யப்படும் வேலைகளின் திறனை மேம்படுத்த நவீன முறை நுகத்தடி, வண்டியின் அமைப்பு, வேளாண்மைக் கருவிகளை மாற்றியமைத்தல் ஆகிய ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு பயனடைந்துள்ளனர்.

உறக்க நோய். ஆப்பிரிக்காவின் பல பாகங்களில் உறக்க நோய் என்ற நோய் மிகப் பரவலாக இருப்பதால் கால்நடை இனப்பெருக்கம் மிகவும் பாதிக்கப்பட்டிருப்பதோடல்லாமல், கால்நடைகளில் அதிக அளவு உயிர் இழப்பதற்கும் அது காரணமாக இருக்கிறது. இக்குறையை நீக்க இந்நோயை எதிர்த்துத் தாங்கக்கூடிய திறன் கொண்ட சில விலங்குகளைப் பிரித்தறிந்து வளர்க்கப் பல சீரிய முயற்சிகளை மேற்கொண்டுள்ளனர்.

பயிற்சியும் ஆவணமும் (training and documentation). கால் நடை ஆய்வு வளர்ச்சிக்கான பல பயிற்சி முகாம்களையும், கூட்டங்களையும், கருத்தரங்குகளையும் பல நாட்டு ஒத்துழைப்புடன் அவ்வப்பொழுது நடத்தி வருகின்றனர். ஆப்பிரிக்க நாடுகளிலுள்ள ஆய்வு அலுவலர்களுக்கு இது மிகவும் பயன்படுகிறது. முக்கியமாகக் குறைந்த காலப் பயிற்சி அளிப்பதிலேயே அதிகக் கவனம் செலுத்துகின்றனர். இது தவிர, நிர்வாகம், திட்டமிடுதல், கண்காணிப்பு முதலியன சிறப்புற அமையவும் பயிற்சி அளிக்கப்படுகிறது. பயிற்சிக்காக மட்டும் ஆண்டு ஒன்றுக்கு சுமார் 8 லட்சம் அமெரிக்க டாலர் செலவு செய்யப்படுகிறது. மேலும் ஆப்பிரிக்க நாடுகளிலேயே மிகவும் சிறந்ததாக ஓர் ஆவண (விவரத்தகவல்) மையம் (documentation centre) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மையத்தில் நல்ல நூலகம் ஒன்றும், நுண்படச்சுருள் நிலையமும் (microfilm service), கணிபொறி (computer) உதவியால் விவரங்களைச் சேகரித்துத் தேவையான பொழுதுஎடுத்துப் பயன்படுத்தும் வசதியும் உள்ளன. இந்த மையத்திற்கு ஆண்டு ஒன்றிற்கு 7 லட்சம் டாலர் செலவு செய்யப்படுகின்றது.

நிதியும் நிர்வாகமும். பன்னிரண்டு உறுப்பினர்களைக் கொண்ட அனைத்து நாட்டு அறக்கட்டளை வாரியம் (International Board of Trustees) ஆப்பிரிக்க நாடுகளுக்கான ஆய்வு மையத்தின் நிர்வாகத்தை மேற்கொண்டுள்ளது. இக்குழுவில் அமெரிக்கா, எத்தி

யோப்பியா, ஜிம்பாபுவே (Zimbabwe), மாலி, நைஜீரியா, செனிகல் (Senegal), மேற்கு ஜெர்மனி, இங்கிலாந்து, ஃப்ரான்சு, நார்வே, சுவிட்சர்லாந்து (Switzerland), நியூசிலாந்து, ஆகிய நாட்டுப் பேரா ளர்கள் உறுப்பினர்களாக இருக்கிறார்கள். இவர்கள் ஆண்டுக்கொருமுறையாவது சந்தித்து, ஆய்வு மையத் தின் செயல்பாடு, வளர்ச்சி, மேம்பாடு ஆகியவை குறித்து விவாதிப்பார்கள். இவ்வாரியத்தின் உதவிக் காக ஒரு செயற் குழு (executive committee), நிதிக் குழு (finance committee) திட்ட அமைப்புக் குழு (planning committee) ஆகியவை இருக்கின்றன. நிர் வாகத்தை நேரிடையாகக் கண்காணிக்க ஒரு பொது நிர்வாக இயக்குநர் (director general) இருக்கிறார். இந்தஆய்வு மையங்களில் சுமார் 80 ஆய்வு அலுவலர் களும், முந்நூறுக்கும் மேலான உதவிப் பணியாளர் களும் (supporting staff) பணிபுரிகின்றனர். 1982ஆம் ஆண்டிற்கான வரவு செலவுக் கணக்குப்படி 100 லட்சம் அமெரிக்க டாலர் இந்த மையங்களின் செல வுக்காக ஒதுக்கப்பட்டது.

செய்யும் சிறந்த பணியினைப் பாராட்டி ஆப் பிரிக்க நாடுகள் சார்பாக 1982ஆம் ஆண்டில் இந்த மையத்திற்குக் கோல்டுமெர்க்குரிப் பதக்கம் (gold mercury award) வழங்கப்பட்டது.

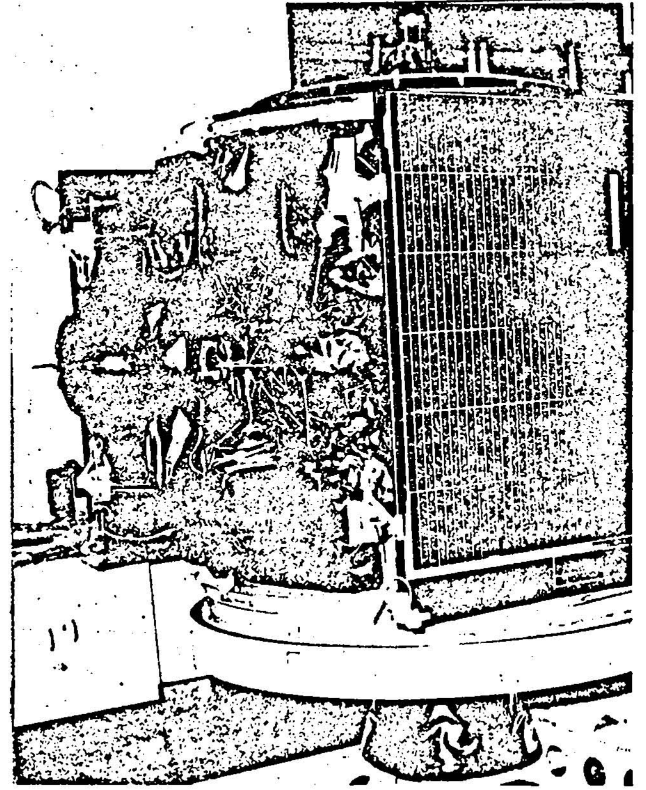
இரா. கதிர்வேல்

நூலோதி

1. International Livestock Centre for Africa (ILCA), The First Years, Addis Ababa, 1980
2. International Livestock Centre for Africa, The Annual report, Addis Ababa, 1982.

ஆப்பிள் (செயற்கைக் கோள்)

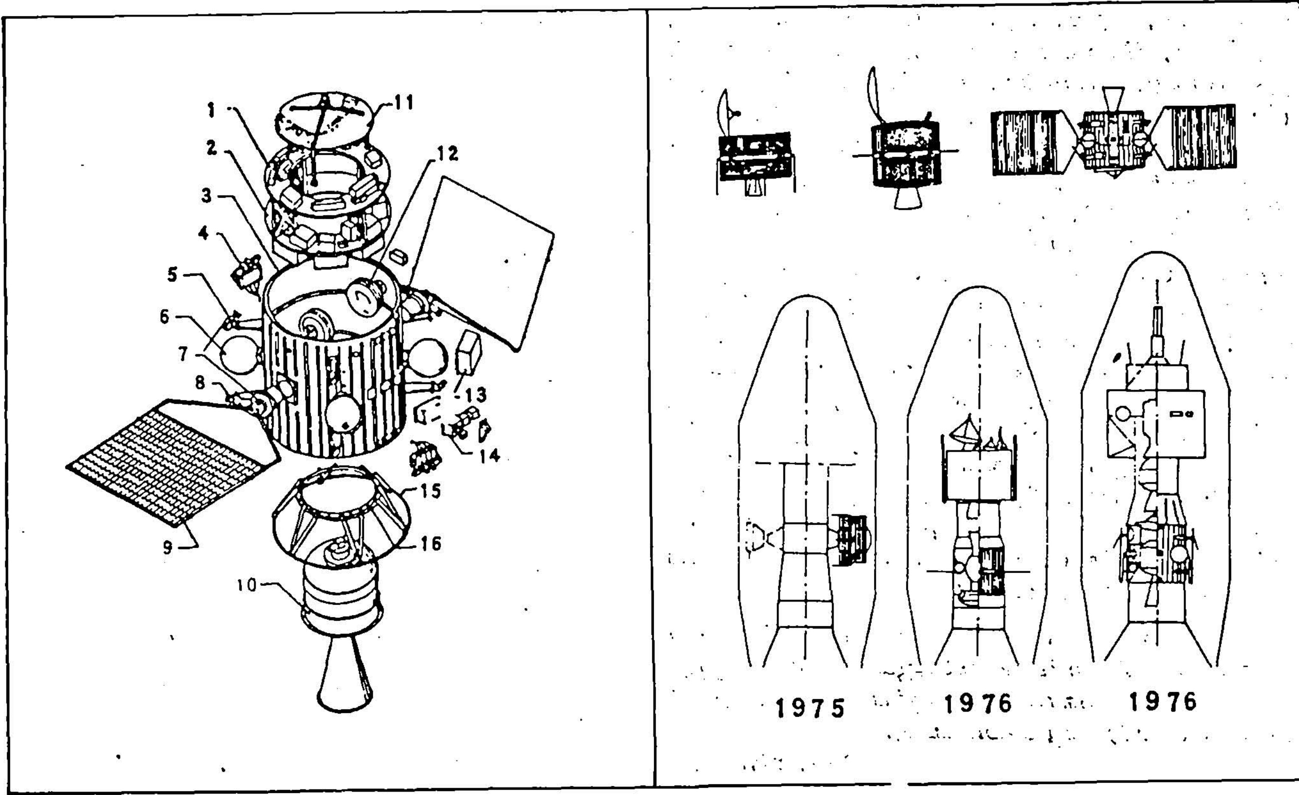
ஆப்பிள் (APPLE) இந்தியாவின் முதல் செய்தித் தொடர்புச் செயற்கைக்கோள் ஆகும். இது Ariane Passenger Pay Load Experiment என்பதன் முதல் எழுத்துகளின் சுருக்கம் ஆகும். அரியான் (ariane) விண்கோள் ஏவூர்தியால் (launch vehicle) விண் வெளியில் 1981 ஜூன் 19 ஆம் நாள், பயணச் செல வின்றி ஏவப்பட்ட இச் செயற்கைக்கோள், அதன் பல பயணக் கட்டங்களை வெற்றிகரமாகத் தாண்டி 1981 ஜூலை 16ஆம் நாள் நிலநடுக்கோட்டின் மேல், சுமத்ரா தீவுக்கு நேராக 102° கிழக்கில் 36,000 கிலோமீட்டர் உயர வட்டணையில் (orbit) நிலை கொண்டது. ஆப்பிள் பயன்பாட்டுத் திட்டங்கள் 1981-83 ஆண்டுகளில் செயல்படுத்தப்பட்டு, இனி வருங்காலத்தில் ஆப்பிளைவிடப் பன்மடங்கு, ஆற்றல் மிக்க பல பயன்பாட்டுச் செயற்கைக் கோள்களை உருவாக்கவும், அவற்றைச் செவ்வனே பயன்படுத் தவும் இந்திய விண்வெளி ஆய்வுக் கழகத்துக்கு ஏற்ற பயிற்சிகளையும், தெம்பையும் ஊட்டியுள்ளன. ஆப் பிளின் குறிக்கோள், அமைப்பு, கட்டுமானம், இயக்கம், பயன்பாடு ஆகிய விவரங்கள் கீழே தரப் பட்டுள்ளன.



படம் 1. ஆப்பிள் (ஒளிப்படம்)

ஆப்பிள் செயற்கைக்கோள் தற்காலத் தொழில் நுட்பங்கள் அனைத்தும் (அச்சுநிலைப்படுத்தல், சுழ லும் கதிரொளி மின்னாக்கித் தட்டுகள், வட்டணை மாற்று உந்திகள், போக்கு நோக்குக் கட்டுப் பாடு, செயல்படுத்தும் உணரிகள், கட்டுப்பாட்டுக் கணிபொறிகள், நுண்ணுந்திகள் (microthrusters), வெப்பக்காப்புக் கவசங்கள், எதிர்பலிப்புப் பலகை கள்) ஒருங்கே கொண்டது. இது மேல் ஒரு செயற் கைக்கோளையும், அடியில் ஒரு செயற்கைக்கோளை யும் இணைத்துத் தாங்கிச் செல்லுமாறு வடிவமைக் கப்பட்டது. கட்டுமானம் முற்றுப்பெற்று ஏவ ஆயத் தமாக உள்ள ஆப்பிளைப் படம் 1 இல் காணலாம். ஆப்பிள் உறுப்புக்களின் தோற்றமும் விவரமும் படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மூன்று ஆண்டுகளுக்கும் குறைவான கால இடை வெளியில் வடிவமைக்கப்பட்டு, உருவாக்கப்பட்டு 1981இல் ஏவப்பட்ட ஆப்பிள், திட்ட உருவாக்க நாள்தொடங்கி, பயன்பாட்டுத்திட்ட முடிவுநாளான

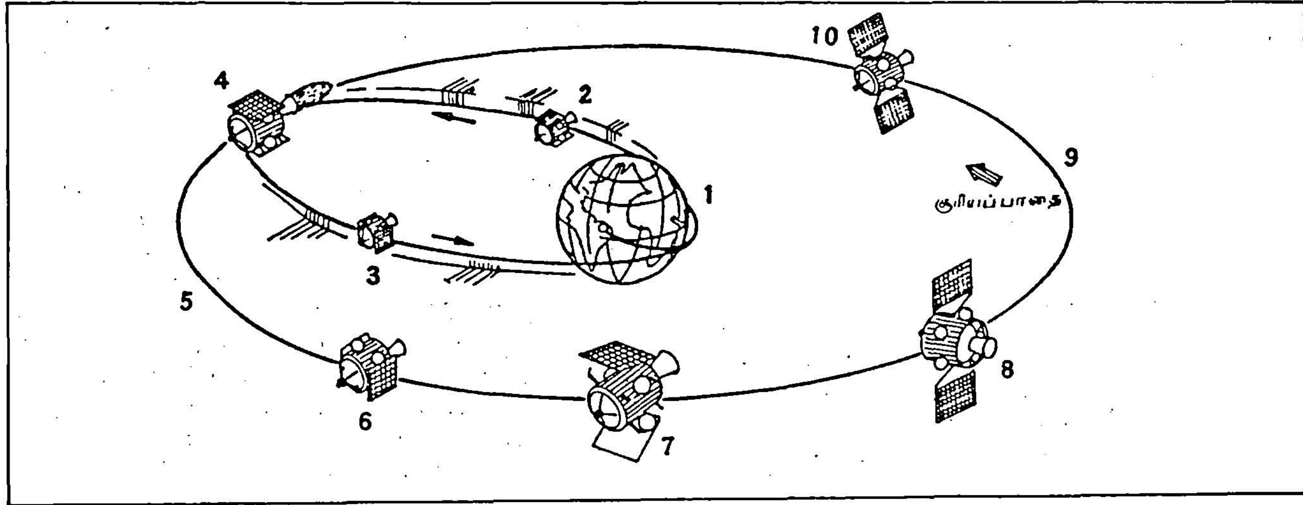


படம் 2. ஆப்பிள் உறுப்புகள்

1. மேல்கலத்தட்டு 2. கீழ்க் கலத்தட்டு 3. மேல் பொருந்துவலயம் 4. நுண் உந்தி அணி 5. பட அலைவெண் உணர்சட்டம் 6. ஹைடிரஜன் எரிபொருள் கலம் 7. சூரிய மின்கல அடுக்குக் கழற்றி 8. சூரிய மின்கல அடுக்குப் பிடிப்பு 9. சூரிய மின்கல அடுக்கு 10. புவியண்மை கூட்டும் மின்னோடி 11. கரியிழை உணர்சட்டம் 12. உந்தச் சக்கரம் 13. துணைக் கருவிப் பெட்டி 14. உணரிகள் 15. கீழ்ப்பொருந்து வலயம் 16. மின்னோடி தாங்கும் சட்டம்

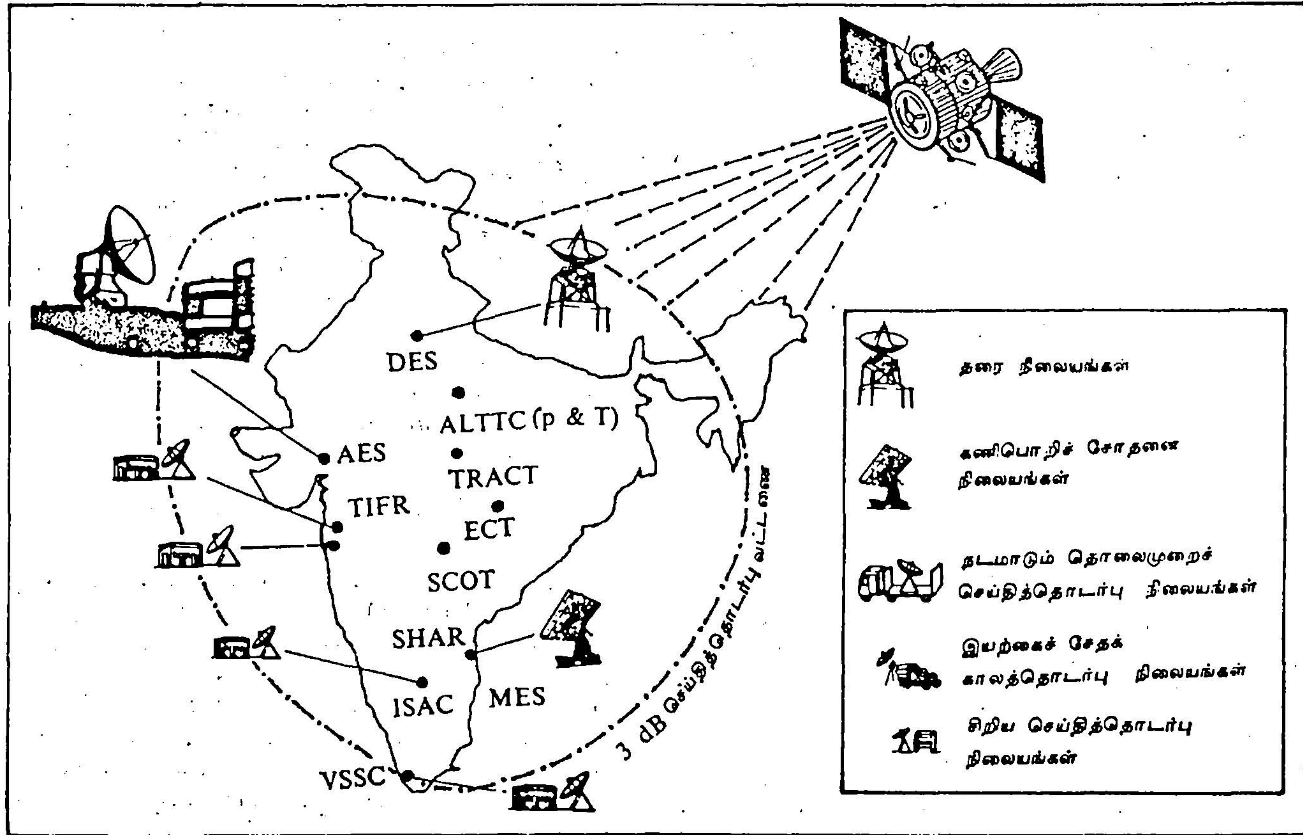
	76	77	78	79	80	81	82	83
கருத்துவடிவக் கட்டம்		PDR	எந்திரப் படிமம் DEL TO ESA	CDR I	CDR 2 PSR FM DEL TO ESA	FRR 102°ஐ. அமைந்தது பிரதம மந்திரி நாட்டுக்குக் காணிக்கையாக்கல்		
வடிவமைப்புக் கட்டம்								
கட்டக/வெப்பப் படிமம்								
பொறியியல் படிமம்								
மூலப் படிமம்					AIT			
பறத்தல் படிமம்								
ஏற்புச் சோதனை								
ஏவு வடிவம்								
தேட்டச்செயலும்								
வட்டணைச் சரிபார்ப்பும்								
பயன்பாடு								

படம் 3. ஆப்பிள் உருவாக்கக் கட்டங்கள்



படம் 4. ஆப்பிள் பயணக் கட்டங்கள்

1. ஏவல்-சேறல் வட்டணையில் அரியானை ஏவல் 2. சுழற்சியைக் கூட்டல், 3. ஏவல்-சேறல் வட்டணை, 4. ஆறாம் இருப்பிடத்தில் புவிஅண்மை மின்னோடி இயங்கத் தொடங்கல், 5. புவியண்மைப் பாதை, 7. சூரிய மின்கல அடுக்கு விரிந்து சூரியனை நோக்கியபடியே திரும்பல், 8. புவி நோக்கிச்செவல் உந்தச் சக்கரம் மூவச்சுப் பாங்கில் நிலைகொள்ளல், 9. ஆப்பிளின் இயக்கவேகம் குறைக்கப்படல் 10. செயற்கைக் கோளின் நிலைப்பிடம் 102° கிழக்கு



படம் 5. ஆப்பிள் செய்தித் தொடர்புச் செய்முறைகள்

1983 செப்டம்பர் 19ஆம் நாள் வரையில் கடந்த படி நிலைகளைப் படம் 3 இல் காணலாம். ஆப்பிளின் பயணக் கட்டங்களைப் படம் 4 இல் காணலாம். ஆப்பிளின் செய்தித் தொடர்புச் செய்முறைகள், அவற் றில் பங்கேற்ற தரை நிலையங்கள் ஆகியவற்றைப் படம் 5 இல் காணலாம்.

ஆப்பிள் சோதனைகள் யாவும் வெற்றிகரமாக முடிக்கப்பெற்று 1983 செப்டம்பர் 19 ஆம் நாள், ஆப்பிள் செயற்கைக்கோள் திட்டம் முற்றிலும் முடிவுபெற்றது. குஜராத் மாநிலத்தில் வெள்ள நிவாரணப் பணிகள், ஹிந்து நாளிதழைச் சென்னை யிலிருந்து பெங்களூருக்குச் செயற்கைக்கோள் வழியே அனுப்பிப் பதிவுசெய்தல், நான்கு இந்திய நகரங் களுக்கு ஒரே சமயத்தில் தொழில்நுட்ப உயர்கல்வி மாணவர்களுக்குக் கல்வி ஒலிபரப்பு, கேள்விபதில் ஏற்பாடு, பல்வேறு இடங்களிலுள்ள கணிபொறி களை இணைத்து இயக்கல், உயிரியல், செய்தித் தொடர்புச் செய்முறைகள் ஆகியவை சில குறிப் பிடத்தக்க ஆப்பிளின் சாதனைகளாகும். தொலை அளவளாவலும் (teleconferencing) ஆப்பிள் வழியே செய்து காண்பிக்கப்பட்ட சோதனைகளில் ஒன்றாகும். மேலும் நாடுதழுவிய குடியரசு, விடுதலைநாள் நிகழ்ச்சிகளின் ஒளிபரப்பும் பாரதப் பிரதமரின் பன்னாட்டுப் பயண நிகழ்ச்சிகளின் ஒளிபரப்பும் நாட்டின் ஒருமைப்பாட்டை வளர்க்கும் பணியில் ஆப்பிள் செயற்கைக்கோளின் பங்கினைத் தெளி வாகக் காட்டின.

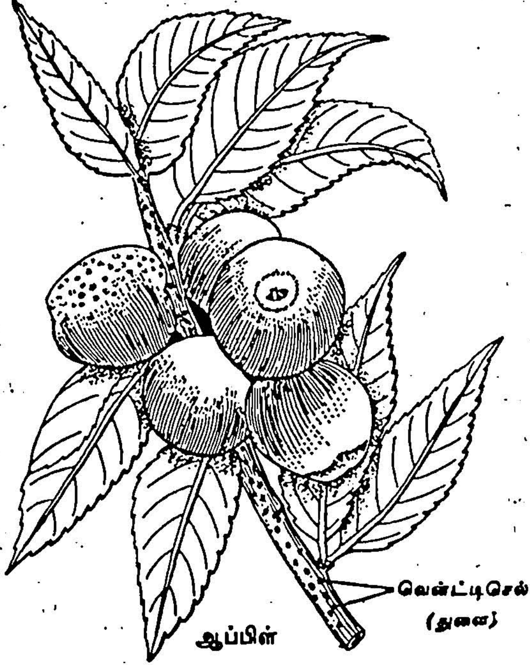
பல்நோக்குப் பயன்பாட்டுச் செயற்கைக்கோள்கள் வடிவமைப்பதற்கான சிறந்த தொழில்நுட்ப அடிப் படைக்கும் தேர்ந்த வல்லுநர்களை உருவாக்குதற் கும் ஆப்பிள் வகை செய்துள்ளது. மேலும் இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சிக் குழு, ஐரோப்பிய விண் வெளிக் கழகம் ஆகியவற்றின் ஒத்துழைப்புக்கு ஒரு தலைசிறந்த எடுத்துக்காட்டாகவும் ஆப்பிள் விளங்கு கிறது.

ஆர். மணிவாசகம்

ஆப்பிள் மரம்

கனி தரும் மர வகைகளில் முக்கியமானதும் முதன்மையானதும் ஆப்பிள் மரம். இதுஅல்லி இணையா (Polypetalous) இரு விதையிலைக் குடும்பங் களில்ஒன்றான ரோசேசியைச் (Rosaceae) சார்ந்தது. தாவரவியலில் இதற்கு மாலுஸ் புமிலா (*Malus pumila Mill.*) என்பது பெயர். ஆப்பிள் பயிரிடுதல் இந்தியா வில் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலத்தில் தொடங்கப்பட்டதாகக் கூறப்படுகின்றது. மேற்கு இமயமலைத் தொடருக்கும், காகசஸ் (Caucasus), ஆசியா மைனர் (Asia minor) ஆகியவற்றிற்கும் இடைப்பட்ட பகுதிகள் இதன் தாயகமாக இருக்கக் கூடுமெனக் கருதப்படுகின்றது. கருங்கடல் (Black sea), துருக்கிஸ்த்தான் (Turkistan), இந்தியா ஆகிய வற்றின் மேல்நிலப் பகுதிகளில் தோன்றியிருக்கக்கூடு மென்றும் கூறப்படுகின்றது. ஆண்டு தோறும் சுமார் 230 லட்சம் டன் ஆப்பிள் பழங்கள் விளைவிக்கப் படுகின்றன. குளிர்மண்டல நாடுகள் யாவற்றிலும் ஆப்பிள் மரம் பயிர் செய்யப்படுகிறது. குறிப்பாக அமெரிக்கா, கனடா, ஃபிரான்சு, இத்தாலி, ஜெர்மனி ஆகிய நாடுகளில் ஆப்பிள் அதிக அளவில் பயிரா கிறது. இவற்றில் நீண்ட பகல் ஒளி (day light), குறைந்த காற்றின் சார்பீரப்பதம் (relative humidity), வெப்பமான பகல் நேரம், ஆனால் குளிர்ந்த இரவு நேரம் உள்ள பகுதிகளில் மிகவும் தரமான பழங்கள் அதிகப்படியான காய்ப்புடன் கிடைக்கின்றன. குளிர் காலங்களில் உறையும் தன்மையுடன் கூடிய குளிர் தேவைப்படும். அறிவியல் அடிப்படையில் பார்க்கும் பொழுது ஆப்பிள் பழம், போம் (Pome) என்று கூறப் படுகின்ற ஒரு வகைப் போலிக் கனியாகும். ஒவ் வொரு கனியிலும் ஐந்து அறைகள் உண்டு. ஒவ்வோர் அறையிலும் பிப்ஸ் (pips) என்று கூறப்படுகின்ற இருவிதைகளுண்டு. பழமாக உண்ணத்தக்கவை, சமைத்து உண்ணத்தக்கவை, சிடர் (Cider) என்னும் மது தயாரிக்க ஏற்றவை, அழகுத் தாவரமாக (ornamental group) வளர்க்கப்படுபவை என ஆப்பிள் மரங்களை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் உண்ணும்வகைக் கனிகள் 6 முதல் 7செ.மீ வரையுள்ள குறுக்களவையும், சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறத்தை யும், அதிக அளவு சர்க்கரைச் சத்தையும் பெற்றிருக் கும். சமைத்து உண்ணக்கூடியவை, 10 செ.மீ. குறுக் களவையும் அதிக அளவுப் புளிப்புச் சத்தையும் பெற்றிருக்கும். இவை பச்சை நிறமுள்ளவை. வணிகத் துறையில் சிடர் என்னும் பானம் வெவ்வேறுவகை ஆப்பிள்களின் சாறுகளை வேண்டுமளவிற்குக் கலந்து தயாரிக்கப்படுகின்றது. கடந்த இரண்டு நூற்றாண்டுகளாக நடத்திய இனச்சேர்க்கை ஆராய்ச் சிகள், தேர்வுகள் ஆகியவற்றின் பயனாய்ப் பழங் காலத்தில் இருந்து வந்த ஏறக்குறைய 6500 வகை களிலிருந்து சுமார் 50 வகைகள் மட்டும் தேர்ந் தெடுக்கப்பட்டு அல்லது தோற்றுவிக்கப்பட்டு இன்று உலகம் முழுவதும் பயிரிடப்படுகின்றன. அவற்றில் தேன்கனி (delicious), மஞ்சள் தேன்கனி (golden delicious), சிவப்புத் தேன்கனி (red delicious) எனப் படுபவை மிகவும் முக்கியமானவை. இவை தவிர, காக்ஸ் ஆரஞ்சு (Cox orange), பிப்பின் (Pippin) கிரேன்னிஸ்மித் மக்கின்டோஷ் (Granny Smith Mcintosh), ஜொனாத்தன் (Jonathan)ரோம் எழில்கனி (Rome beauty) போன்றவையும் பரவலாகப் பயிரிடப் பட்டு வருகின்றன. இந்தியாவில் காஷ்மீர், இமாச் சலப்பிரதேசம், ஹரியானா, பஞ்சாப் ஆகிய மாநிலங் களில்ஆப்பிள் சுமார் 15000 ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பில்

பயிராகின்றது. அம்பிரி காஷ்மீரி (Ambri Kashmiri), பால்டுவின் (Baldwin), சிவப்புத் தேன்கனி (Red delicious), ரோம் எழில்கனி (Rome Beauty), ஐரிஷ் பீச் (Irish Peach) ஆகியவை இங்கு பயிராகும் முக்கிய வகைகளாகும். தமிழ்நாட்டில் உதகமண்டலம் கோடைக்கானல் பகுதிகளில் ரோம் எழில்கனி (Rome Beauty) பார்லின்ஸ் எழில்கனி (Parlins Beauty) போன்ற வகைகள் சிறிதளவு பயிரிடப்பட்டாலும் குளிர்காலங்களில் அவற்றுக்குத் தேவைப்படும் அளவுக்



குக் கடுங்குளிர், வெப்பநிலை (chilling temperature) கிடைப்பதில்லை. ஆதலால், அவற்றின் பழங்கள் தரமற்றவையாக உள்ளன. ஆகவே இப்பகுதிகளில் நிலவும் குறைந்த குளிர்நிலையைத் தாங்கக்கூடிய (warm winter resistant) வகைகளை இஸ்ரேல், ஜப்பான், போன்ற நாடுகளிலிருந்து கொண்டு வந்து இப்பகுதிகளில் அவை எவ்வாறு வளர்ந்து பலனளிக்க வல்லவை என்பது பற்றிய ஆராய்ச்சிகளைத் தமிழ் நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம் மேற் கொண்டுள்ளது.

ஆப்பிள் மரங்களைப் பயிர்பாக வழியில் ஒட்டு தல் (vegetative propagation by grafting) முறையில் உற்பத்தி செய்ய வேண்டும். இதற்காகப் பல்வேறு தன்மை கொண்ட வேர்ச்செடிகளை (rootstock) இங்கிலாந்தில் உள்ள ஆராய்ச்சிப் பண்ணைகள் கண்டுபிடித்துள்ளன. ஆப்பிளின் அறிவியல் முறை வேளாண்மை கீழ்க்காணும் முறைகளின் அடிப்படை யில் இன்று நன்கு முன்னேறியுள்ளது. அவை அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு (cross pollination) ஒன்றிப் போகின்ற வகைகளை (compatible varieties) நடுதல், தேவைக்குத் தக்கவாறு மலர்கள் அல்லது இளங் கனிகளின் எண்ணிக்கையை மரத்தில் இருக்கும் பொழுதே குறைத்தல், பூக்கள் கருவுற்று அதிகப்படி யாகப் பிஞ்சு பிடித்தல், காய்க்கும் பருவத்தை மாற்று தல், இளம் பூக்கள் முற்றிய அல்லது முற்றாத காய்கள் பழங்கள் ஆகியன உதிர்வதைத்தடுத்தல், பழங்களின் பருமனை அல்லது நிறத்தினை அதிகப்படுத்துதல், பழங்களை நீண்ட காலம் கெடாமல் வைத்திருத்தல் முதலியவையாகும். ஆப்பிளின் ஊட்டச்சத்துக்கள் பற்றிய குறிப்பினைக் கீழே உள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

எண்	சத்து	அடங்கியுள்ள அளவு
1.	நீர்	84.1 விழுக்காடு
2.	புரதம்	0.3 விழுக்காடு
3.	கொழுப்புச்சத்து	0.4 விழுக்காடு
4.	சாம்பல்சத்து	0.29 விழுக்காடு
5.	மாவுச்சத்து	14.9 விழுக்காடு
6.	நார்	1.0 விழுக்காடு
7.	சர்க்கரை	11.1 விழுக்காடு
8.	மேலிக் அமிலம்	0.47 விழுக்காடு
9.	வெப்ப ஆற்றல்	64.00 கலோரி 100 கி.இல்
10.	சுண்ணாம்புச் சத்து	6.00 மி.கி. 100 கி.இல்
11.	பாஸ்ஃபரம்	10.00 மி.கி. 100 கி.இல்
12.	இரும்புச்சத்து	0.3 மி.கி. 100 கி.இல்
13.	கரோட்டின்	90.00 மி.கி. 100 கி.இல்
14.	அஸ்க்கார்பிக் அமிலம்	5.00 மி.கி. 100 கி.இல்
15.	தயாமின்	0.04 மி.கி. 100 கி.இல்
16.	ரிபோஃபிளேவின்	0.02 மி.கி. 100 கி.இல்
17.	நியாசின்	0.2 மி.கி. 100 கி.இல்

பயிரிடும் முறை. குளிர்காலத்தில் மிகக் குறைந்த வெப்பமும், பனியும், ஆண்டில் 60 முதல் 75 செ.மீ. மழையளவும் நன்கு நீர் வடியக்கூடிய களிச்சேற்று மண்ணும்(loam) உள்ளபகுதிகளில் ஆப்பிள் மரங்கள் பயிராக்கப்படுகின்றன. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வேர்ச் செடிகளுடன் மொட்டு ஒட்டுதல் (budding) அல்லது ஒட்டுதல் (grafting) மூலமாக ஆப்பிள் மரம் பரப் பப்படுகின்றது. ஏனெனில் விதைகளின் மூலம் பயி ராக்கப்படுபவை மூலமரத்தின் பண்புகளிலிருந்து வேறுபட்டு வளர்கின்றன. ஆனால் மூலவேர்ச் செடி கள் மட்டும் விதைகளிலிருந்தும், பதியன்களிலிருந் தும் (layerings) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. ஓராண்டு முடிவு பெற்ற நாற்றுகளை 8 முதல் 10 மீ. வரை யுள்ள இடைவெளிக்கு ஒன்றாக நடுதல் வேண்டும். நடும்பொழுது ஒவ்வொரு குழியிலும் ஐந்து கூடை தொழு உரம் இட்டுப் பிறகு ஒவ்வோர் ஏக்கரிலும் 10 வண்டி அளவுள்ள உரத்தை ஒவ்வோர் ஆண்டும் இடுதல் வேண்டும். இதுவுமன்றிச் சூப்பர் பாஸ்ஃ பேட்டு (super phosphate), எலும்புத்தூள் உரம் (bone meal) ஆகியவை அவ்வப்போது கொடுக்கப் பட வேண்டும். மரங்களின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப் பதற்கும் நல்ல தோற்றம் கொடுப்பதற்கும் அவ்வப்

போது கிளைகளைக் கவாத்துச் செய்வது (pruning) கையாளப்படுகின்றது. ஏனெனில் கிளைகளை நெருக்கமாகவும், நீண்டு உயரமாகவும் வளரவிடுவதால் விளைச்சல் பாதிக்கப்படுகின்றது. ஆப்பிள் மரங்கள் நடப்பட்ட 5 முதல் 6 ஆண்டுகளில் பயனளிக்கத் தொடங்குகின்றன. பலவகையான நோய்கள் ஆப்பிள் மரத்தைத் தாக்குகின்றன. கருப்புத்தண்டு நோய்(stem black), பழுப்புத் தண்டு நோய் (stem brown) எனப் படும் இருவகை நோய்கள் **கோனியோத்தீசியம் கொமாட் டோஸ்போரம்** (*Goniothecium chomatosporum*) **பாட்ரி யோஸ்ஃபீரியா ரிபிஸ்** (*Botryosphaeria ribis*) என்ற பூஞ்சைகளால் முறையே உண்டாகின்றன. கருப்புத் தண்டு நோயினால் தண்டுகளில் கருமை நிறக் கீறல்கள் உண்டாகி மரங்கள் அரிக்கப்பட்டு, பட்டுப் போகின்றன. இது ஜூலை-ஆகஸ்டு மாதங்களில் ஏற்படுகின்றது. பழுப்புத் தண்டு நோயினால் பட்டைகள் தாள் போன்று மாற்றமடைந்து சுருண்டு விடுகின்றன. ஏப்ரல்-மே மாதங்களில் இவ்வாறு ஏற்படுகின்றது. இந்த இருவகை நோய்களும் கவாத்து செய்தலினால் உண்டாகின்ற காயங்களின் வாயிலாகப் பூஞ்சைகள் ஊடுருவிச் செல்வதால் ஏற்படுகின்றன. ஆதலால் ஈயச் செந்தூரம் (red lead, 2oz.) காப்பர் கார்பனேட்டு (copper carbonate, 2oz.), ஆளி விதை எண்ணெய் (linseed oil, 100 c.c.) ஆகியவற்றினால் செய்த பசையைக் காயங்களின் மீது தடவுவதால் இந்நோய்கள் தடுக்கப்படுகின்றன. சுண்ணாம்புக்கந்தகக் (lime sulphur) கலவையை இளவேனிற்காலத்தில் இருமுறை தெளிப்பதாலும் கருப்புத் தண்டு நோய் வராமல் பாதுகாக்கலாம். இளஞ் சிவப்பு நோய் (pink disease), **கார்ட்டீசியம் சால் மோனிக்கலர்** (*Corticium salmonicolor*) என்ற பூஞ்சையினால் குமான் (Kumaon) குன்னூர் (Coonoor), ஆகிய இடங்களில் பயிராகின்ற மரங்களில் ஆகஸ்ட்டு-செப்டம்பர் மாதங்களில் நோய்தோன்றுகின்றது. சிறு வெள்ளைக் கொப்புளங்களாகத் தோன்றிக், கடைசியில் ஊசியின் தலைப்பு அளவில், இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் பாதிக்கப்பட்ட பாகங்கள் முழுதிலும் பெருமளவில் காணப்படுகின்றது. மேலும் இலைகள் பழுப்பாகிவாடி விடுகின்றன. இதைத் தடுப்பதற்குக் கவாத்துசெய்தலினால் ஏற்பட்ட காயங்களை ஈயம், செம்புகார்பனேட்டு (lead - copper carbonate) ஆகியவற்றினாலான பசையைப் பூச வேண்டும். பாதிக்கப்பட்ட கிளைகளை அகற்றி எரித்துவிட வேண்டும். ஏதாவது பாதிக்கப்பட்ட வேற்றுச் செடிகள் (alternative plants) ஆப்பிள் மரங்களுக்கு அருகில் இருந்தால் அவற்றையும் அழித்துவிட வேண்டும். இது போன்று, பழுப்பு அழுகல் (brown rot) **ஸ்கிலிரோட் டினா ஃப்ருக்டிஜீனா** (*Sclerotina fructigena*) என்ற பூஞ்சையினாலும், காலர் அல்லது வேர் அழுகல் (collar or root rot,) **கார்ட்டீசியம் ரோல்ஃபிஸியை** (*Corticium rolfsii*) என்ற பூஞ்சையினாலும், ஆப்பிள் தழும்பு நோய் (Apple scab) **வெஞ்சூரியா இன்ஈக்கு வாலிஸ்** (*Venturia inaequalis*) என்ற பூஞ்சையினாலும் உண்டாகின்றன. கம்பளிப் பூச்சிகள் (woolly caterpillars), கம்பளி அசுவணி (wolly aphis), சிதல் பூச்சிகள் (scaley insects) ஆகியவற்றினாலும் ஆப்பிள் மரத்திற்குத் தீமைகளேற்படுகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. உலர்த்தப்பட்ட ஆப்பிள் பழங்கள் ரொட்டிகள் செய்வதில் பயன்படுகின்றன. ஆப்பிள் மாவு குழந்தைகளுக்கேற்படுகின்ற சில வகை வயிற்றுப்போக்கை (diarrhoea) நிறுத்துவதற்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதன் பழங்களிலிருந்து குறிப்பாக மஞ்சள் நியூட்டன், (yellow Newton) பால்டுவின் (baldwin) வகைகளிலிருந்து ஆப்பிள் பானம் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இது வயிற்றுப் போக்கு, குடற்புண் (peptic ulcer) ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்துகின்றது. ஆப்பிள் பழங்கள், பழக் குழைவு (jam), பானங்கள் (beverages), ஜெல்லிகள் (jellies) செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஆப்பிள் தேறல் (wine), ஆப்பிள் பிராந்தி (brandy) ஆகியவற்றைப் பழங்களின் சாற்றை நொதிக்கச் செய்து (fermentation) தயாரிக்கின்றார்கள். தோலும், மத்திய பாகமும் நீக்கப்பட்ட பழங்களிலிருந்து பழக்குழைவும், முர்ராபாவும் (murraba) செய்யப்படுகின்றன. பழங்களை மென்மையாகும் வரை நீரில் வேகவைத்துக் குழைவாக்கிச் சர்க்கரையையும், வாசனைப் பொருள்களையும் சேர்த்து ஆப்பிள் வெண்ணெய் (Apple butter) தயாரிக்கின்றார்கள். கழிவுப்பொருளாக நீக்கப்படுகின்ற பழங்களின் தோல், மத்திய பகுதி ஆகியவை ஆப்பிள் பொமேஸ் (Apple pomace) என்ற விலங்குத் தீவனம் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

ஜே. பி. எம். முகமது அப்துல் காதர்

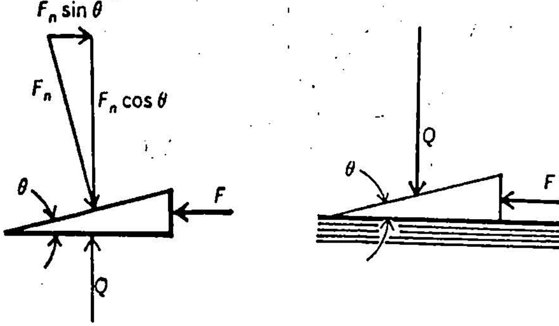
நூலோதி

1. Janick, J., Moore, J.N., Advances in Fruit Breeding, Purdue Univ. Press, West Lafayette, 1975.
2. Lape, F., Apples and Man, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1979.
3. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆப்பு

இரண்டு தலைமைப் பரப்புகள் ஒரு குறுங்கோணத்தில் எதிர்ப்புத் தரும்படி அமைந்த அமைப்பு ஆப்பு (wedge) எனப்படும். ஆப்பு, மரக்கட்டை அல்லது உலோகத்தால் தடித்த தலைப்பகுதியும் குறுகிய கூர்முனையும் கொண்டிருக்கும்படிச் செய்யப்படுகிறது. இது சாய்தளத்தோடு (inclined plane) நெருங்கிய உறவுடையது. தரப்படும் விசையின்

அளவைப் பன்மடங்காக்கவும், அவ்விசையின் திசையை மாற்றவும் ஆப்பு பயன்படுகிறது.



படம் 1. ஆப்பில் செயல்படும் விசைகள்

F என்பது தரப்படும் சிறிய விசை. Q என்பது உருவாக்கவேண்டிய பெரிய விசை. உராய்வு இல்லாத நிலையில் விசைகள் எப்போதும் தளத்துக்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படுகின்றன. எனவே, சாய்தளத்தில் செயல்படும் விசை Q அளவினதாக இராது. அது மிகப்பெரிதான F_n என்ற விசையாகும். எல்லா விசைகளையும் கிடை, குத்துத் திசைகளில் பிரித்துக் கூட்டினால் கீழ்வரும் சமன்பாடுகள் கிடைக்கும்.

$$F_n \sin\theta - F = 0$$

$$Q - F_n \cos\theta = 0 \quad (1)$$

F, Q ஆகியவற்றின் கோவைகளை (expressions) இணைத்து F என்ற விசையின் மதிப்பைக் கண்டறியலாம்.

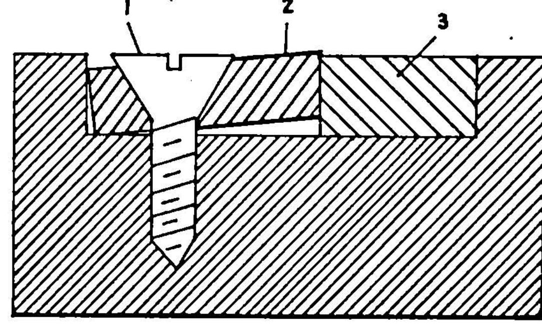
$$F = Q \tan\theta \quad (2)$$

கோணம் θ சிறிதாக அமையும்போது Qஇன் மதிப்பு, F உடன் ஆப்பின் பரப்புக்கும் அது ஆணிக்கொண்டிருக்கும் பொருளின் பரப்புக்கும் இடையிலுள்ள உராய்வு விசையைக் கூட்டிய தொகைக்குச் சமம். எனவே, Q அளவுவரையிலான பெருவிசைகள் செயல்பட்டாலும் ஆப்பு தன் இருப்பிலிருந்து நகராது.

பெரிய மரத்துண்டுகளை உடைக்கவும் பளுவான பொருள்களைத் தூக்கவும் பேரழுத்தம் செலுத்தவும் ஆப்பு பயன்படுகிறது.

கோடரி, கத்தி, உளி, ஆணி, இழைப்புளி போன்றவை ஆப்புகளாகும். நெம்புருளும (cam) சுழலுகின்ற ஆப்பே.

பல துறைகளிலும் "ஆப்பு" பல பொருள்களில் ஆளப்படுகிறது. தொலைத் தொடர்பு இயலில் தொலைக்காட்டியின் சோதனை மாதிரியில் (test pattern) பிரிதிறனைக் (resolution) குறிக்கப்பயன்



படம் 2. ஆப்புத் தட்டு

1. திருகு 2. ஆப்புத் தட்டு 3. வெட்டி (உளி)

படுகின்ற சம இடைவெளியிலுள்ள குவி வடிவக் கருப்பு வெள்ளைக் கோடுகளை இது குறிக்கிறது. வகுதிப் பொறியியலில் (design engineering) குறுங் கோணத்தில் அமைந்த இரு தலைமைப் பரப்புகளைக் கொண்ட தடைப்பொருளைக் (resistant) குறிக்கும். மின்காந்தவியலில் அலைவழிப்படுத்தியில் (wave guide) சரிந்த நீளத்திற்குச் (tapered length) சரிவகம் (trapezoid) போன்ற சிதறு பொருள் கொண்ட அலை வழிப்படுத்தியின் முடிவிடத்தைக் (termination) குறிக்கும். பொறியியலில் புறஒலிச் (ultrasonic) சோதனையில் புறஒலி ஆற்றல் அலைகளை ஆய்வுத்துண்டிற்குள் ஒரு கோணத்தில் செலுத்தும் கருவியைக் குறிக்கும். ஒளியியலில் (optics) ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொன்றிற்குத் தொடர்ந்தோ, படிப்படியாகவோ செலுத்தலைக் (transmission) குறையச் செய்யும் ஒளியியல் வடிப்பானைக் (optical filter) குறிக்கும். வானிலையியலில் காற்று வீச்சின் உச்சப் புயலெதிர் வளைவுப் பரப்புடன் பெரிதும் தொடர்புடையதும் மிகுந்த சார்பு வளிமண்டல அழுத்தம் கொண்டதுமான நீட்டப்பட்ட பரப்பைக் (elongated area) குறிக்கும்.

சில ஆப்புக் கருவிகள். ஓர் அங்குலக் கம்பியைத் துரப்பணத்தால் நிலத்திற்குள் அடித்துச் செலுத்தும் செருமானியக் கண்டுபிடிப்புக் கருவி ஆப்பு எனப்படுகிறது. அவ்வாறு செலுத்துவதால் உண்டாகும் துளையை வெடி வைத்துப் பெரிதாக்கித் தொலைபேசிக் கம்பம் நடுகின்றனர்.

மின்னியலில் எதிர்ப்பக்கங்களின் பின்னால் மின் கம்பிகள் மடக்கி வைக்கப்பட்ட கண்ணாடிப் பட்டையை அடிப்பாகமாகக் கொண்ட மின்விளக்கு ஆப்பு-அடி விளக்கு (wedge base lamp) ஆகும். எந்திரப்பொறியியலில் காடிகளும் (slots) சாய்வான இடுக்குகளும், உட்பரப்பில் வெட்டப்பட்ட தூக்கு உறைக்குள் (lifting case) அரப்பற்களைக் கொண்ட மூன்று அல்லது மூன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆப்புகளைக் கொண்ட உள்ளகத் தூக்கியே உள்ளக ஆப்புத்

தூக்கி (wedge core lifter) ஆகும். அணுவியலில் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றதற்குத் தொடர்ச்சியாகவோ படிப்படியாகவோ, தடிப்பு அல்லது கடத்தம் (conductance) மாறுபடும்படி, அமைக்கப்பட்ட சீரான கதிர் வீச்சு மிகுப்பிற்குப் பயன்படும் கதிர்வீச்சு வடிப்பான ஆப்பு வடிப்பான் (wedge filter) ஆகும். வெப்ப அழுக்க முறையில் மின்கடத்திக் கம்பிகளை ஓர் ஆப்பு வடிவக்கருவியைப் பயன்படுத்தி இணைக்கும் முறை ஆப்புப் பிணைப்ப (wedge bonding) எனப்படுகிறது.

தமிழநம்பி

நூலோதி

1. Theodore Baumeister, Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers, eighth edn., McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.
2. Mazda, F., Electronics Engineers' Refererence Book, Butterworth Company, London, 1983.

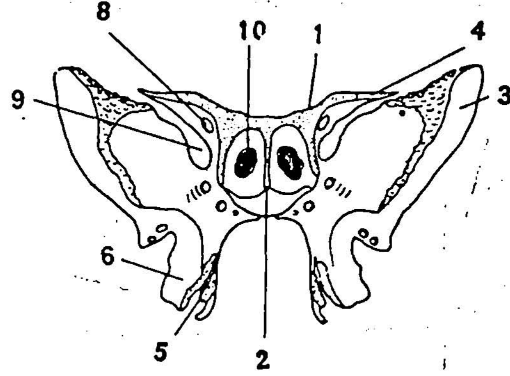
ஆப்பெலும்பு

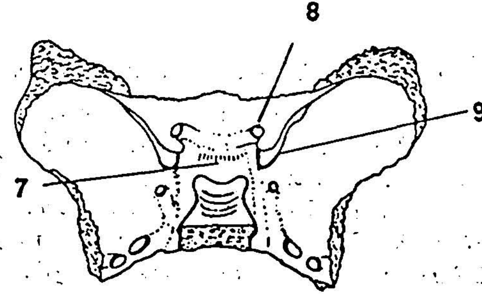
ஆப்பெலும்பு (sphenoid bone) மனிதனின் மண்டை ஓட்டின் அடித்தளத்தில் (base of skull) மையமாக அமைந்துள்ளது. மண்டை ஓட்டில் உள்ள எலும்பு களைத் தனித்தனியே பிரித்துப் பார்த்தால், இவ் வெலும்பு கழுகு தன் சிறகுகளை விரித்து நிற்பதைப் போன்ற தோற்றமளிப்பதால் இதனைக் கழுகு வடி வெலும்பு என்று கூறலாம்.

இந்த எலும்பைச் சுற்றி மூளையின் முக்கியமான பகுதிகளும், குருதி நாளங்களும் அமைந்துள்ளன. இந்த எலும்பில் உடம்பு (body of sphenoid bone), நடுமுள் (rostrum), பெரிய சிறகு (greater wing), சிறிய சிறகு (lesser wing), உள்புறத் தகட்டுக்கால் (medial pterygoid plate), வெளிப்புறத் தகட்டுக்கால் (lateral pterygoid plate) ஆகிய பகுதிகள் அமைந் துள்ளன.

ஆப்பெலும்பின் உடம்பு கனசதுர வடிவ மானது. உடம்பின் மேல் பகுதியில் உள்ள குழிவான இடத்தில் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் தலைமைச் சுரப்பியாகிய பிட்யூட்டரி சுரப்பி (pitutary gland) மிகப் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. உடம் பின் முன் பகுதி மிகவும் மெல்லியதாகவும் தன்னுள் பல' சிறிய காற்றறைகளைக் (air sinuses) கொண் டதாகவும் உள்ளது.

ஆப்பெலும்பு உடம்பின் மேல்புறத்தில் இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரு சிறிய சிறகுகள் இணைந்துள்ளன. இச் சிறகும் உடம்பும் சேருமிடத்தில் பார்வை நரம்புத் துளை (optic foramen) அமைந்துள்ளது. இத்துளை வழியாகத்தான்





படம் 1. ஆப்பெலும்பு

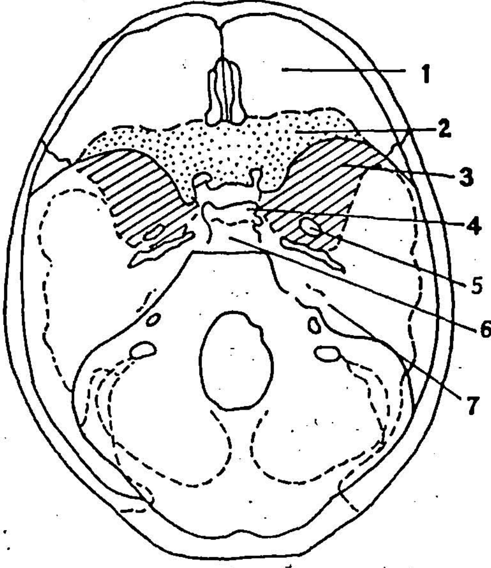
அ. முன்பக்கத் தோற்றம் ஆ. மேல்பக்கத் தோற்றம்.

1. எலும்பு உடம்பு 2. நடுமுள் 3. பெரிய சிறகு 4. சிறிய சிறகு 5. உட்புறத் தகட்டுக்கால் 6. வெளிப்புறத் தகட்டுக்கால் 7. பிட்யூட்டரிக் குழி 8. பார்வை நரம்புத் துளை 9. நீள் வட்டத்துளை 10. காற்றறைகள்.

பார்வை நரம்பும் (optic nerve), விழியடிக் கரும் படல நடுத்தமனியும் (central artery or retina) விழிக் குழியைச் (orbital cavity) சென்றடைகின்றன. சிறிய சிறகின் மேல்பகுதி, மண்டை ஓட்டின் முன் தளத்தில் (anterior cranial fossa) ஒரு பகுதியாக அமை கின்றது.

பெரிய சிறகுகள் (greater wings of sphenoid) உடம்பின் நடுப்பகுதியோடு சிறிய சிறகிற்குச் சற்றுக் கீழே, பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இணைந்துள்ளன. இவை மண்டை ஓட்டு நடுத்தளத்தின் (middle cranial fossa) ஒரு பகுதியாகவும், மேல் ஓட்டின் (vault of the skull) ஒரு பகுதியாகவும் அமைந்துள்ளன. பெரிய சிறகிற்கு மூன்று பக்கங்கள் உள்ளன. முன் தோற்றத்தில் தென்படும் பகுதி விழிக்குழியின் வெளிச்சுவராக அமைகின்றது. மண்டை ஓட்டின் பக்கத் தோற்றத்தில் தெரியும் பகுதி பொட்டுக் குழிச் (temporal fossa) சுவரின் ஒரு பகுதியாக

அமைகின்றது. இப் பகுதி நெற்றியின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள தசைகளால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. வெளிச்சத்தால் சிறகு கீழ்த்தாடைகளை அசைக்கும் போது இத்தசைகளை விழிக்குழியிலிருந்தும், மண்டை ஓட்டின் நடுத்தளத்திலிருந்தும் பிரிக்கின்றது.



படம் 2. ஆப்பெலும்பும் பார்வை நரம்புத்துளையும்

1. மண்டை ஓட்டின் முன்தளம், 2. சிறிய சிறகு, 3. பெரிய சிறகு, 4. பார்வை நரம்புத் துளை, 5. உடம்பு, 6. நீள்வட்டத் துளை, 7. மண்டை ஓட்டின் முன்தளம்.

பெரிய சிறகின் குழிவான உள்பக்கம் (concave inner surface) மண்டை ஓட்டின் நடுத்தளத்தின் பெரும்பகுதியாக விரிந்திருக்கிறது. இதில் உள்ள நீள் வட்டத் துளை (foramen ovale) வழியாக முத்தலை நரம்பின் (trigeminal nerve) மூன்றாவது கிளையான கீழ்த்தாடை நரம்பு (mandibular nerve) வெளி வருகின்றது.

பெரிய சிறகிற்கும், சிறிய சிறகிற்கும் இடையில் உள்ள இடைவெளியை விழிக்குழியின் மேற்சந்து (superior orbital fissure) என்று கூறலாம். இந்தச் சந்திற்கும், பார்வை நரம்புத் துளைக்கும் இடையே உள்ள நீள்வட்ட நாணில் விழியை அசைக்கும் தசைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இச்சந்து வழியாக மூளையிலிருந்து விழித்தசை நரம்பு (oculo motor nerve), வளைசவ்வுத்தசை (trochlear nerve), விழிவெளித்தசை நரம்பு (abducent nerve), முத்தலை நரம்பின் விழிக்குழி உணர்வு நரம்பு (opthalmic nerve) ஆகியவை விழிக்குழியை அடைகின்றன.

வெளிப்புறத் தகட்டுக்காலும், உட்புறத் தகட்டுக்காலும் ஆப்பெலும்பின் உடம்பின் கீழ்ப்பகுதியில் இரு பக்கங்களிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இத் தகட்டுக் கால்களின் எல்லாப் பக்கங்களிலிருந்தும் கீழ்த்தாடையை அசைக்கும் வலுவான தசைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

பிறக்கும் சமயத்தில் குழந்தையின் ஆப்பெலும்பு மூன்று துண்டுகளாக இருக்கும். உடல் பகுதியும், சிறிய சிறகுகளும் ஒரு துண்டாகவும், பெரிய சிறகும் தகட்டுக்கால்களும் சேர்ந்த பகுதி பக்கத்திற்கு ஒரு துண்டாகவும் இருக்கும். குழந்தை ஒரு வயதை அடையும் போது இவை ஒன்றாகச் சேர்ந்து ஒரே எலும்பாக மாறுகின்றன.

பெரிய சிறகைத் தவிர மற்ற பகுதிகள் எல்லாம் வளரும் கருவில் முதலில் குருத்தெலும்பாகத் (cartilage) தோன்றுகின்றன. பிறகு அவற்றில் சுண்ணாம்புச்சத்துச் சேரும்பொழுது அவை முற்றிய எலும்பாக மாறுகின்றன (ossification). பெரிய சிறகு முதலில் சவ்வு வடிவைப் (membrane) பெற்றுப் பின்னர் எலும்பாக மாறுகின்றது.

ரெ. முத்துசாமி

நூலோதி

1. Romanes G.J., Cunningham's Text Book of Anatomy, Oxford University Press, Oxford, 1981.
2. McMinn R.M.H., Hutchings R.T., A colour Atlas of Human Anatomy, Wolfe Medical Publications Ltd., Conway Street, London, 1983.

ஆப்ரிக்காட்

இணையா அல்லி இதழ்களுடைய (polypetalous) இரு விதையிலைக் குடும்பமாகிய ரோசேசியைச் (Rosaceae) சார்ந்த ஆப்ரிக்காட் (Apricot), தாவரவியலில் புருனஸ் ஆர்மீனியாக்கா (*Prunus armeniaca Linn*) எனக் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் தாயகம் சீனா, மத்திய ஆசியா நாடுகளென்றும், அங்கிருந்து இந்தியா, ஈரான், எகிப்து, கிரீஸ் ஆகிய நாடுகளுக்கு ஆர்மீனியா வழியாகப் பரவியிருக்கக்கூடும் என்றும் கூறப்படுகின்றது, மிதவெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் (temperate regions) உள்ள நாடுகளிலெல்லாம் பயிரிடப்படுகின்றது. வணிகத் துறையில் மிக அதிக அளவில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளிலும் ஸ்பெயின், பிரான்சு, இத்தாலி, துருக்கி, மொராக்கோ ஈரான், ஆப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் பயிரிடப்படுகின்றது. வடமேற்கு இமயமலைப் பகுதிகளில் குறிப்பாகக் காஷ்மீர், சிம்லா மலைப் பகுதிகளிலும், சீனாவிலும் 3,000 மீ. உயரத்தில் இயற்கையாகக் காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது ஏறக்குறைய 10 மீ. உயரத்தை (நடுத்தர அளவினை) அடையக் கூடிய மரமாகும்; அதன் பட்டை சிவப்பு நிறமானது. இலைகள் முட்டை (ovate), உருண்டைமுட்டை (round-ovate), சில சமயங்களில் ஏறக்குறைய இதய வடிவானவை (subcordate); 5 முதல் 9 செ. மீ. நீளமுள்ளவை; இவற்றின் நுனி நீள் கூர்மையானது (acuminate); விளிம்பு அரைவட்ட வெட்டுள்ளது (crenate); இலைக் காம்புகள் சுரப்பிகளையுடையவை; இலை மொட்டுக்கள் சுருண்டிருக்கும் (convolute). இலையடிச்சிதல்கள் (stipules) ஈட்டிவடிவானவை (lanceolate). மலர்கள் வெளிர் சிவப்பு நிறமுடையவை; இலைகள் தோன்றுவதற்கு முன்பே உண்டாகக் கூடியவை. கனிகள் ஏறக்குறைய 5 செ. மீ. குறுக்களவு உடையவை. முதிர்வதற்கு முன் கேசங்களுடையவை; முதிர்ந்த பிறகு கேசங்களற்றவை; சிவப்புக்கலந்த மஞ்சள் நிறத்தோலைப் பெற்றவை; இவற்றின் சதை மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறமானது; கெட்டியானது; இனிப்பானது; இது கொட்டையிலிருந்து தனித்திருக்கும்; கொட்டை தட்டையானது; மேற்பரப்பில் வரம்புகளுடையது.

தாவரவியல் அடிப்படையில் இச்சிற்றினத்தில் பலவகைகள் (varieties) உண்டு. இவற்றில் கருமை அல்லது சிவப்புக்கலந்த ஊதாநிற ஆப்ரிக்காட் என்று கூறப்படுகின்ற **பு. ஆர்மீனியாக்கா வகை டாசிகார்ப்பா** *(P. armeniaca Var. dasycarpa Koch)* காஷ்மீரில் பயிராக்கப்படுகின்றது.

பயிரிடும் முறை. கோடைக் காலங்களில் மிதமான வெப்பநிலை உடைய பகுதிகளில் 850 முதல் 1700 மீ. உயரம் வரையிலும் இது நன்கு வளர்கின்றது. நீர் தேங்காத களிச்சேற்று மணற் (loam) பாங்கான நிலம் பயிரிடுவதற்கு மிகவும் உகந்தது. மொட்டு ஒட்டுதல் (bud grafting) மூலம் இது பரப்பப்படுகின்றது. இவை இளவேனிற்காலம் அல்லது இலையுதிர் காலங்களில் ஒன்றுக்கொன்று 6 முதல் 8 மீ. இடைவெளி விட்டு நடப்படுகின்றன. நட்ட பிறகு குறிப்பாக வறண்ட காலங்களில் நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். செழிப்பாகவும், விரைவாகவும் வளரக்கூடிய தன்மை உடையவையாகையால் அவ்வப்பொழுது அதிகப்படியாக உண்டாகின்ற கிளைகளைக் கவாத்துச் செய்தல் (pruning) வேண்டும். காய்கள் அதிகமாக உண்டாகும்பொழுது, ஒவ்வொரு மிலாறிலும் இரண்டு அல்லது மூன்று காய்களிருக்குமாறு செய்து கிளைகளைக் கழிக்க வேண்டும்: இந்த முறை காய்கள் சீராக முதிர்ச்சியடையவும், அவை பெரிய அளவை அடையவும் உதவுகின்றது.

நோய்களும் தடுப்பு முறைகளும். பவழப்புள்ளி நோய் (coral spot disease), நெக்டிரியா சின்னபாரினா (Nectria cinnabarina) என்ற பூஞ்சையினாலும், பழுப்பு அடை அழுகல் நோய் (brown patch rot), ஃபில்லோஸ்டிக்ட்டா புருனிக்கோலா (Phyllosticta prunicola) என்ற பூஞ்சையினாலும், நுரை இதய அழுகல் நோய் (spongy heart rot), பாலிபோரஸ் ஹிஸ்ப்பிடஸ் (Polyporus hispidus) என்ற பூஞ்சையினாலும் முறையே ஏற்படுகின்றன. இருந்த போதிலும் இவையாவும் ஆபத்தானவையாகக் கருதப்படுவதில்லை. ஆனால் சூடோமானாஸ் (pseudomonas) என்னும் பாக்டீரியாவின் சிற்றினங்களினால் உண்டாகின்ற பிசின் நோய் (gummosis) அல்லது காங்கர் (canker) மிகவும் ஆபத்தானது. பாதிப்பு ஏற்பட்ட உடனேயே கட்டைகளை அகற்றி, எரித்துவிடுவதுதான் இதைத் தடுப்பதற்கான ஒரே முறையாகும்.

அனோமாலா பொலிட்டா *(Anomala polita)* என்ற வண்டும், **லிமாண்டிரியா ஆப்ஃபுஸ்கேட்டா** *(Lymantria obfuscata)* என்ற வண்ணத்துப் பூச்சியும் கம்பளிப் பூச்சியும் இலைகளுக்கும், தண்டு இனங்களுக்கும் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. மரத்தை வைக்கோலினால் சுற்றுவதாலும், கவாத்து செய்தலின் மூலம் உயரப்போக்கு வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துவதாலும் இவற்றைத் தவிர்க்கலாம்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. ஆப்ரிக்காட் பழத்தின் சமைத்த கூழைத் (pulp) துணியின் மேல் தடவி உருட்டி, உலர்ந்த பிறகு அதைப் பிரித்தெடுத்து உண்பார்கள். வெவ்வேறு ஆப்ரிக்காட் வகைகளைக் கலந்து, அவற்றிலிருந்து பழக்குழைவு (jam), பானம் (beverage), அப்பளம் போன்ற அடை (paped) ஆகிய வற்றைச் செய்வார்கள். கொட்டையிலிருந்து சமைப்பதற்கும், எரிப்பதற்கும் பயன்படுகின்ற எண்ணெய் தயாரிக்கின்றார்கள். இந்த எண்ணெய் வாதாம் எண்ணெய்க்குப் (almond oil) பதிலாகவும், கலப்படம் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது வாசனைப் பூச்சுப் பொருள்களும் (cosmetics), மருந்துகளும் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் பிண்ணாக்கு எருவாகவும், எரிபொருளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் பழங்களில், சர்க்கரைப் பொருள்களும், 'ஏ' ஊட்டச்சத்தும் (vitamin A), தயாமினும் (thiamine), இரும்புச் சத்தும் நிரம்பியிருக்கின்றன. கால்சியம், பாஸ்ஃபரம், இரும்புச்சத்துப் பொருள்களடங்கிய இப்பழத்திலிருந்து குழந்தைகளுக்கான சத்துள்ள உணவு தயாரிக்கப்படுகின்றது.

எ. கோ.

நூலோதி.

1. Hooker, J.D. Hook's F. Fl.Br. Ind. 1878.
2. The Wealth of India. CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆப்ஸ்

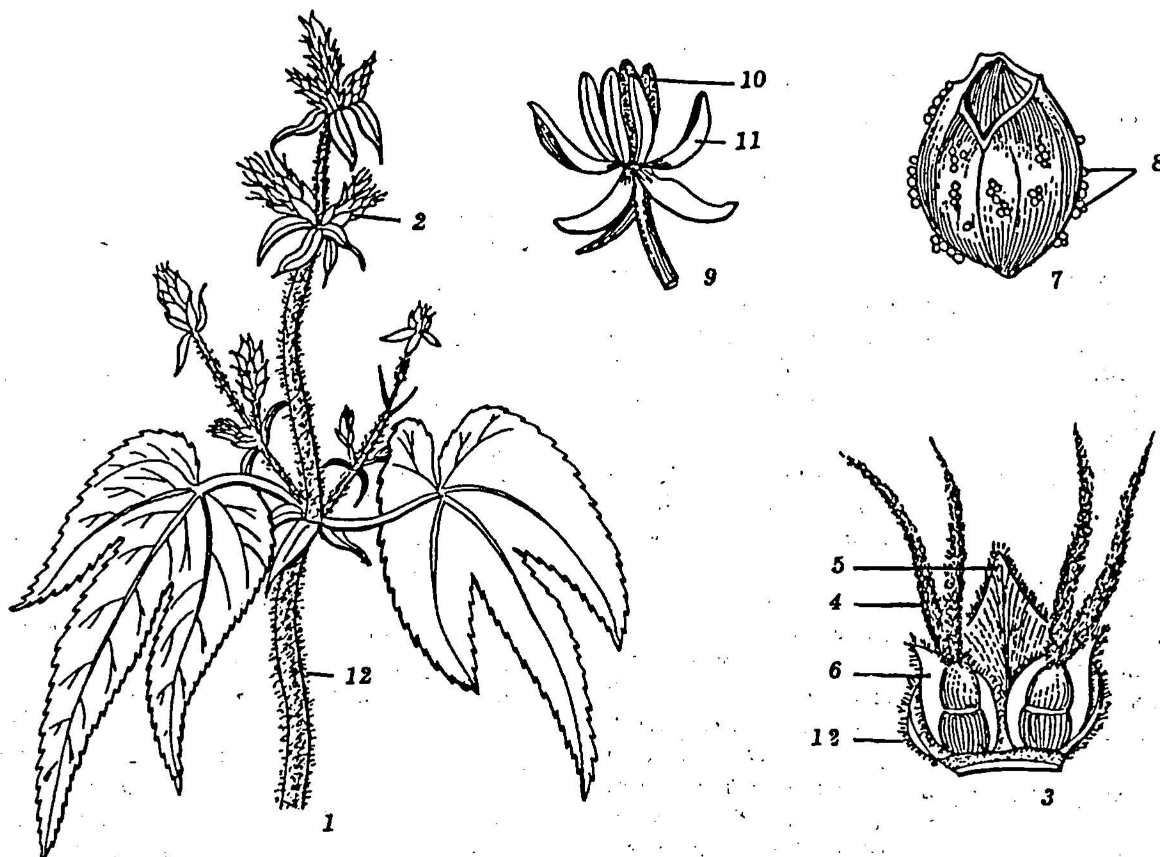
தாவரவியலில் இது **ஹுமுலஸ் லுப்புலஸ் (*Humulus lupulus Linn.*)** என்ற பெயராலும், ஆப்ஸ் (Hops) என்ற பொதுப் பெயராலும் அழைக்கப்படும். இது ஒரு பூவிதழ்வட்டமுடைய (Monochlamydenus) இருவிதையிலைக் குடும்பமாகிய கன்னாபினேசியைச் (Cannabinaceae) சார்ந்தது. இது வட அமெரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. வட ஆசியாவும் தாயகமாக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள், தென் அமெரிக்கா, ஐரோப்பா, ஆஸ்த்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் பயிரிடப்படுகின்றது. இந்தியாவில் குறைந்த அளவில் பயிரிடப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது பலபருவச் (perennial), சொர சொரப்பான சுழல்கொடி (twinner); 35 முதல் 50 செ.மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடியது; பெரும்பாலும் ஆணினப், பெண்ணினக் கொடிகள் எனத் தனித்தனியே (dioecious) உண்டு; ஆண், பெண் பூக்களை ஒரே கொடியில் பெற்றுள்ள செடிகள் (monoecious) மிகக் குறைவு. தண்டு எதிர் எதிராகக் கிளைத்தவை, கோணமான பக்கங்கள் (angular) உடையவை; வளையக் கூடியவை (flexible), இலைகள் தனித்தவை; எதிரமைவு கொண்டவை (opposite phyllotaxy); இலையடிச் சிதல்கள் (stipules) கொண்டவை; இலையடிச் சிதல்கள் நிலைத்தவை (persistent). கொடியின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள இலைகள் 3 முதல் 5 பிளவுகளையும் (lobed), உள்ளங்கை வடிவ நரம்பு (palmately nerved) அமைப்பினையும் கொண்டிருக்கும்; மேற்பகுதியிலுள்ளவை சிறுத்து, முட்டை (ovate) அல்லது இதய வடிவத்தையும் (cordate), பல்போன்ற (serrate) விளிம்புகளையும், நீண்ட இலைக் காம்புகளையும் பெற்றிருக்கும். ஆண் மலர்கள் சிறியவை, பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுடையவை; இவை கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) மஞ்சரி வகையில் அமைந்திருக்கும். பெண் மலர்கள் இரண்டு இரண்டாக அகலமான மலரடிச் சிதல்களின் (bracts) கோணங்களில் அமைந்து, இவையெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து கூம்பு (cone) வடிவ ஈட்டி (spike) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும். பூவிதழ்கள் 5; ஒழுங்கற்ற திருகுமுறையில் (imbricate aestivation) அமைந்தவை. மகரந்தத் தாள்கள் 5. சூற்பை தட்டையாக இருக்கும்; சூலகத்தண்டு 2; ஒவ்வொரு சூற்பையிலும் ஒரு சூல் தொங்கு முறையிலமைந்து (pendulous), வளைந்து காணப்படும். கனி அக்கீன் (Achene) வகையைச் சார்ந்தது. பெண் மஞ்சரி ஆப்ஸ், பர்ஸ் (burrs) அல்லது கூம்பு எனக் கூறப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு கூம்பிலும் கேசங்களினால் மூடப்பட்ட கோணல்மாணலான (zig-zag) தண்டு உண்டு. இது எதிரமைவிலும், மாற்றமைவிலும் அமைந்துள்ள குட்டையான பக்கக் கிளைகளைப் பெற்றிருக்கும். பக்கத் தண்டில் நான்கு மலர்களைப் பெற்றுள்ள ஒரு சோடி மலரடிச் சிதல்களிருக்கும். ஒவ்வொரு மலருக்கும் குழாய் வடிவ மலர்க்காம்புச் சிதல் (bracteole) உண்டு. மலரடிச் சிதல்களின் அடிப்பாகம் மஞ்சள் நிற மகரந்தம் போன்ற சுரக்கும் கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும். இவை ஹாப்-மீல் (hop-meal), லூப்புலின் சுரப்பிகள் (lupulin glands) அல்லது லூப்பிலின் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

பயிரிடும் முறை. இது பலவகையான நிலங்களில் பயிராகும். பொதுவாக நீர் தேங்காத வளமுள்ள நிலங்கள் அல்லது கற்களடங்கிய களிச் சேற்று மண்ணுள்ள (Loam) நிலம் சாலச் சிறந்தது. கோடைக் காலத்தில் சராசரி 60° F வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது. பலத்த காற்று வீசக்கூடிய பகுதிகளும் அதிக மழையுள்ள பகுதிகளும் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். 2 முதல் 3 செ.மீ. நீளமுள்ள மட்ட நிலத்தண்டின் (rhizome) துண்டுகளில் குறைந்தது இருசோடி மொட்டுகளிருக்குமாறு தேர்ந்தெடுத்து அவை ஒவ்வொன்றையும் 240 செ. மீ. இடைவெளிவிட்டு நட வேண்டும். நன்கு வளர்ந்த பிறகு கொடியின் கீழ்ப் பாகத்திலுள்ள இலைகளை அடிச்சாம்பல் நோய் (downy mildew) தாக்கி, மேற்கொண்டு பரவாமலிருக்க அகற்றிவிட வேண்டும். அதிகப்படியான பக்கக் கன்றுகளை (suckers) அகற்ற வேண்டும். மஞ்சள் கலந்த பசுமையான, பிரகாசமான ஒட்டிக் கொள்ளக் கூடிய நன்கு முதிர்ச்சியடைந்த ஆப்ஸ் மட்டும் பறிக்கப்படுகின்றது. வயதான ஆப்ஸ் கொடிகளிலிருந்து உயர்ந்த வகை ஆப்ஸ் கிடைத்த போதிலும் அவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் பலன் குறைவாக இருப்பதால் அவற்றை அழித்துவிடுவார்கள்.

நோயும் தடுப்புமுறையும். ஆப்சை அடிச்சாம்பல் நோய், தூள் சாம்பல் நோய் (powdery mildew), புகைநிறப் பூஞ்சை நோய்(sooth mould), வேர் அழுகல் நோய் (root rot), வைரஸ்நோய் (virus) ஆகியவை தாக்குகின்றன. இவையன்றிப் பெரும்பான்மையான பூச்சிகளும் பாதிக்கின்றன. பூஞ்சணக் கொல்லி மருந்துகளைத் தெளித்து இவற்றை நோய்களிலிருந்தும் பாதுகாக்கலாம்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. ஆப்சிற்கு நல்ல மணமும், கசப்புத் தன்மையுமுண்டு. இதற்கான தனிப்பட்ட ஒரு மணம், சுவை, நுண்ணுயிர் கொல்லுந்தன்மை ஆகியவை இருப்பதால் இது பீர் (Beer) செய்வதில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இது தூக்க மருந்தாகவும் (Soporofic), ஊட்டநீர்மமாகவும் (tonic), வலி போக்கியாகவும் (anodyne), சிறுநீர்ப் போக்கியாகவும் (diuretic) பயன்படுகின்றது. வேறு சில நோய்களைக் குணப்படுத்தும் மருந்துகளுடன் இதைக் கலந்து கொடுக்கின்றார்கள். தண்டிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற நார் கயிறு திரிப்பதற்கும், துணி நெய்யும் தொழிலுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஆப்சி



ஆப்ஸ்

1. கொடியின் ஒரு பகுதி 2. பெண் மஞ்சரி 3. பெண் மலர்களின் விரிப்புத் தோற்றம் 4. சூலகத்தண்டு 5. பூவடிச்சிதல் 6. பெண்பூவிதழ் 7. முழுக்கனி 8. படிவுப் பொருள்கள் 9. ஆண்பூ 10. மகரந்தத்தாள் 11. ஆண் பூவிதழ் 12. கேசங்கள்.

லிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்ற ஒரு வகைப் பொருளை முடியைத் தூய்மைப்படுத்துவதற்குச் சோவியத் நாட்டில் பயன்படுத்துகின்றார்கள். பீர் தொழிற்சாலையில் கிடைக்கும் எஞ்சிய பொருள்கள் மாட்டுத் தீவனமாகவும் எருவாகவும் பயன்படுகின்றன.

எ. கோ.

நூலோதி

1. Hooker, J.D. in Hook F. Fl. Br. Ind. 1888.
2. The Wealth of India. CSIR, Publication, New Delhi, 1984.

ஆபத்துமிகு நோய்களும் முதலுதவியும் சிகிச்சைகளும், கால்நடை

மனிதர்களுக்கு ஏற்படுவதைப் போலவே கால்நடைகளுக்கும் பலவகை ஆபத்துமிகு நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. எனவே, அவற்றிற்கான முதலுதவியளித்து உடனடிச் சிகிச்சையும் (treatment) அளித்தல் மிக முக்கியமாகும். பொதுவான சில நோய்களால் கால்நடைகள் முக்கியமாகப் பாதிக்கப் படுகின்றன அவை, தீப்புண்களும் தீக்காயங்களும், அமிலங்களினாலும் காரங்களினாலும் ஏற்படும் புண்கள், விபத்துக்களினால் ஏற்படும் இரத்தக் கசிவுகள், அதிர்ச்சி, நாய்க்கடி, பாம்புக்கடி, புண்கள், வயிற்றுவலியும் வயிறு உப்புதலும், எலும்பு முறிவு, கொம்புகளும் கால்குளம்புகளும் நழுவுதல், கண்களில் ஏற்படும் சேதம், மூட்டு நழுவுதல், தொண்டை அடைப்பு, கூர்மையான ஆயுதங்களால் ஏற்படும் புண்கள் முதலியவையாகும்.

தீப்புண்கள், தீக்காயங்கள். பாதிக்கப்பட்ட இடங்களில் முதலுதவியாக மெழுகு எண்ணெயை (liquid paraffin) நன்றாகப் புண்களின் மேல் தடவ வேண்டும். பெரிய கொப்புளங்களாக இருந்தால், அவற்றில் உள்ள நீரை வெளியேற்ற வேண்டும். மிகவும் பாதிக்கப்பட்ட இடங்களில் புண் வெளியே தெரியாமல் நுண்கிருமிகள் தாக்காதவாறு நுண்ணுயிர்க்கொல்லிக் களிம்பு (antibiotic ointment) அல்லது அயோடின் களிம்பு (Iodine ointment) அல்லது நீர் உறிஞ்சிகள் (astringents) முதலியன தடவி அவற்றை மூடி

வைக்கவேண்டும். வலி தெரியாமல் மரத்துப் போகச் செய்யும் களிம்புகளும் சில நேரங்களில் தடவலாம்.

அமிலங்களினாலும் காரங்களினாலும் ஏற்படும் புண்கள். பாதிக்கப்பட்ட இடங்களில் அமில, காரங்களின் தன்மையை முதலுதவியால் குறைக்கவேண்டும். எடுத்துக் காட்டாக, அமிலத்தினால் புண்கள் ஏற்பட்டால் அவற்றில் காரத்தை ஊற்றி அமிலத்தின் தன்மையைக் குறைக்க வேண்டும். முதலுதவியாக அமிலம் பட்ட இடத்தைத் தண்ணீர்விட்டுக் கழுவி விட வேண்டும். பின் சமையல் சோடாவைத் தண்ணீரில் கரைத்த கரைசலால் அமிலம் பட்ட இடத்தை நன்றாகக் கழுவிவிட வேண்டும். இதனால் எஞ்சியிருக்கும் அமிலம் முறிவுபடும்; அமிலத்தின் பாதிப்பு மட்டுப்படும். அதேபோல் காரங்களுக்குத் தண்ணீர் விட்டு நன்றாகக் கழுவி விடவேண்டும். பின்னர் நன்கு நீர்ப்பித்த அசெட்டிக் அமிலம் போன்ற மென் அமிலக் கரைசலால் கழுவி விட வேண்டும்.

விபத்துக்களினால் ஏற்படும் இரத்தக் கசிவுகள். இரத்தக் கசிவு ஏற்படும் இடத்தைப் பொறுத்துச் சிகிச்சையும் மாறுபடுகின்றது. கால்களிலோ, வால் பகுதி தொடை முதலிய இடங்களிலோ காயம் ஏற்பட்டால் அந்தப் பகுதிக்கு மேல் சற்றுத் தள்ளி ஒரு கட்டு அலலது ரப்பர் கட்டுப் (Esmarchi bandage) போட்டு அழுத்தமாக முடிபோட வேண்டும். இந்த முறையில் ஒரு மணி நேரத்திற்கு மேல் இதைக் கையாள முடியாது. சிறுசிறு இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டால் அந்த இடங்களில் பஞ்சை வைத்துச் சில நிமிடங்கள் நன்றாக அழுத்திப் பிடித்துக் கொள்ளலாம். அல்லது குளிர்ந்த நீர், பனிக்கட்டி, டிங்க்சர் பென்சாயின் (tincture benzoin) முதலியவற்றைப் பாதிக்கப்பட்ட இடத்தில் பயன்படுத்தி இரத்தக் கசிவைக் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் சூட்டுக் கோலால் கசிவு உள்ள இடத்தில் வைத்து அழுத்தினால் பலன் உண்டாகும். முக்கியமாகப் பாதிக்கப்பட்ட விலங்கினங்களைக் கூட்டம் இல்லாத நல்ல காற்றோட்டமான இடத்தில் வைக்க வேண்டும்.

அதிர்ச்சி. சாலை விபத்துக்கள், விபத்துக்களினால் அதிகமான இரத்தக் கசிவு, தீப்புண்கள், நுண்கிருமிகளால் ஏற்படும் ஒவ்வாமை (alergy) முதலிய சில காரணங்களால் கால்நடைகளுக்கு அதிர்ச்சி (shock) வரக்கூடும். அச்சமயத்தில் பாதிக்கப்பட்ட விலங்கைச் சுற்றிக் கூட்டம் கூடாமல் அது சுத்தமான காற்றைச் சுவாசிக்கும்படிச் செய்யவேண்டும். குளிர்ந்த நீரை முகத்திலும் உடலிலும் தெளிக்க வேண்டும். மின் அதிர்ச்சி, இடி,மின்னல் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளுக்கு ஆளாகாமல் அவற்றைப் பாதுகாக்க வேண்டும். உடன் அருகில் உள்ள மருத்துவமனைக்கு எடுத்துச் செல்ல வேண்டும்.

நாய்க்கடி முதலில் கடிபட்ட இடத்தை நன்றாகச் சவர்க்காரத்தால் சழுவிச் சுத்தம் செய்ய வேண்டும். பிறகு சூட்டுக் கோலால் கடிபட்ட இடத்தை அழுத்த வேண்டும். பின் மருத்துவமனைக்குச் சென்று வெறி நாய்க்கடி மருந்தைச் சிரை வழி 7 நாள்கள் முதல் 14 நாள்கள் வரை போடவேண்டும்.

பாம்புக்கடி. பாம்பு கடித்த உடனே கடிபட்ட இடத்தை ஒரு கயிற்றினால் நன்றாக இறுக்கமாகக் கட்டிவிட வேண்டும். இதனால் நஞ்சு கலந்த இரத்தம் உடலின் பல பாகங்களுக்கும் செல்லாமல் தடுக்கப் படுகின்றது. பின்னர் கடிபட்ட இடத்தைக் கத்தியால் கீறி நஞ்சு கலந்த இரத்தத்தை உறிஞ்சியோ, பிதுக்கியோ எடுத்துவிட வேண்டும். பிறகு அந்த இடத்தை நன்றாகச் சழுவிச் சுத்தம் செய்து மருந்து போட்டுக் கட்டுப்போட வேண்டும். இறுதியில் அருகில் உள்ள கால்நடை மருத்துவமனைக்கு எடுத்துச் சென்று தகுந்த சிகிச்சை செய்யவேண்டும்.

புண்களும் காயங்களும். புண்களில் பலவகை உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, நாய், பாம்பு முதலியன கடித்து ஏற்படும் புண்கள், உடலிலேயே கட்டி போல் ஏற்பட்டுப் பிறகு உடைந்து ஏற்படும் புண்கள், கீழே விழுந்தோ மற்ற ஆயுதங்களாலோ ஏற்படும் புண்கள் எனப் புண்களைப் பலவகையாகப் பிரிக்கலாம். எனவே அவற்றிற்கான சிகிச்சைகளும் அந்தந்தக் காரணங்களால் ஏற்படும் புண்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. ஆனால் பொதுவாக எல்லாப் புண்களையும் முதலில் நன்றாகத் துடைத்துச் சுத்தம் செய்து புரை எதிர்ப்பியை வைத்தல் (antiseptic dressing) அல்லது நுண்ணுயிர்க்கொல்லி பயன்படுத்துதல் (antibiotic application) முறையில் சிகிச்சை செய்யலாம். மற்றவற்றிற்கு அருகில் உள்ள கால்நடைமருத்துவ மனைக்குச் சென்று சிகிச்சை செய்ய வேண்டும்.

வயிற்றுவலியும் வயிறு உப்புதலும். பொதுவாக ஆடு, மாடு, எருமை, எருது முதலிய விலங்குகளுக்கு அடிக்கடி இந்தத் தொல்லை ஏற்படும். இதற்கான மூலகாரணங்கள் உணவுகள்தாம். கால்நடைகளுக்கு அளவுக்கு அதிகமான பிண்ணாக்கு, மாவுப்பொருள்கள், சமைத்த உணவு, தானியங்கள் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கும்போது வயிற்றில் உப்புதல் ஏற்பட்டு வயிற்றுவலியும் உண்டாகின்றது.

சிகிச்சை முறைகள். வழக்கமான அளவிலேயே உணவைக் கொடுக்க வேண்டும். அதிகமாக வயிறு உப்பிக் கொண்டால் கால்நடைகளுக்கு 100 மி.லி. முதல் 400 மி.லி. வரையில் கடலை எண்ணையை வயிற்றில் ஊற்றலாம். மேலும் சமையல் சோடா, சாதாரண உப்பு முதலியவற்றை நீரில் கரைத்துச் சிறிதளவு சுக்குப்பொடி சேர்த்து அருந்தச் செய்யலாம். மற்ற சிகிச்சைகளுக்கு அருகில் உள்ள கால்நடை மருத்துவ மனைக்குச் சென்று தகுந்த சிகிச்சை செய்ய வேண்டும்.

எலும்புமுறிவு. சாதாரணமாகக் கால்நடைகளுக்கு எலும்பு முறிவு அடிக்கடி ஏற்பட வாய்ப்புண்டு, இதன் சிகிச்சை முறை இடத்திற்கு ஏற்றாற்போல் மாறுபடுகின்றது. கால், வால் முதலியவற்றில் முறிவு ஏற்பட்டால் உடனே அடிபட்ட எலும்பு முனைகளைக் கூடியவரை சரியாக வைத்து நான்கு புறமும் நன்றாகச் சீவிய மூங்கில் குச்சிகளால் எலும்பு முனைகளுக்கு மேலும், கீழும் வைத்து எலும்புகள் அசையாமலிருக்கும்படி நன்றாகக்கட்ட வேண்டும். எலும்பு முறிவில் ஏதாவது காயம் ஏற் பட்டு நிலைமை மோசமாக இருந்தால் அருகில் உள்ள கால்நடை மருத்துவரை அணுக வேண்டும்.

கொம்புகள், கால் குளம்புகள் நழுவுதல். பாதிக்கப் பட்ட இடத்தை நன்றாகக் கழுவிச் சுத்தம் செய்ய வேண்டும். பிறகு அந்த இடத்தில் போரிக் அமிலக் கரைசலில் பஞ்சை நனைத்துச் சுற்றிவிட வேண்டும். வேப்பெண்ணைய் அல்லது மீன் எண்ணெய் முதலிய வற்றில் சல்ஃபானிலாமைடு (sulphanilamide) பொடி கலந்து தடவி வர வேண்டும். நாளடைவில் மெல்லிய தாகக் கொம்பு வளரத் தொடங்கியவுடன் தாரை நன்றாகக் காய்ச்சி கொம்பின் மேல் தடவிவிட வேண்டும்.

கண்களில் ஏற்படும் சேதம். இதை மிகுந்த பாது காப்போடு கவனிக்க வேண்டும். ஒரு லிட்டர் நீரில் ஒரு கிராம் உப்பைக் கலந்து கண்களை நன்றாகச் சுத்தம் செய்து அருகில் உள்ள கால்நடை மருத்துவ மனையில் சிகிச்சை செய்ய வேண்டும்.

மூட்டு நழுவுதல். கால்நடைகளுக்கு இடுப்பு எலும்பு, தொடை எலும்பு மூட்டு, முன்னங்கால் மூட்டு நழுவுதல் முதலியன சாதாரணமாக ஏற்படக் கூடும். கூடுமானவரை விலங்குகளை அசையாமல் இருக்கும்படிச் செய்ய வேண்டும். இவை ஏற்பட்ட உடனே அருகில் உள்ள கால்நடை மருத்துவரை அணுகிச் சிகிச்சை பெறுவது நல்லது.

தொண்டை அடைத்தல். அசைபோடும்போதோ கிழங்கு, எலும்புத் துண்டுகள், கொட்டைகள், பழ வகைகள் முதலியவற்றைச் சில சமயங்களில் சரியாகப் பற்களால் துண்டாக்காமல் அப்படியே விழுங்கும்போதோ அதிகமாக வயிறு உப்புதல் அதிக உமிழ்நீர் சிந்துதல், உண்டவுடன் வாந்தி ஆகியன ஏற்படும்போதோ அருகில் உள்ள கால் நடை மருத்துவமனைக்கு எடுத்துச் சென்று சிகிச்சை செய்ய வேண்டும்.

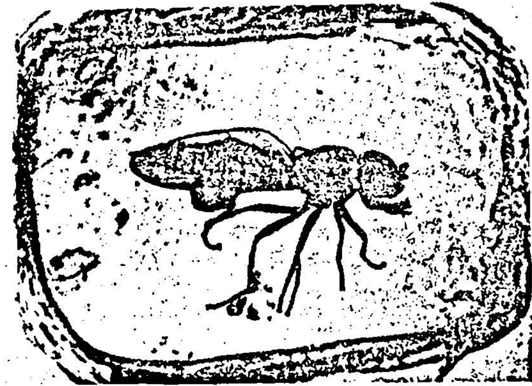
கூர்மையான ஆயுதங்களால் ஏற்படும் புண்கள். சில சமயங்களில் கால்நடைகளுக்குக் கூர்மையான ஆயு தங்கள் சிலவற்றால் (கத்தி, அரிவாள், துப்பாக்கிக் குண்டு துளைத்தல்) காயங்கள் ஏற்படலாம். அச் சமயம் ஏற்படும் அதிக இரத்தப்போக்கைத் தவிர்க்க நன்றாகப் பஞ்சினால் அழுத்தி அந்த இடத்தில் கட்டுப்போட்டு அருகில் உள்ள கால்நடை மருத்துவ மனைக்கு உடனே எடுத்துச் சென்று சிகிச்சை செய்ய வேண்டும்.

ஆர்ச்சிபால்ட் டேவிட்

ஆம்பர்

ஹைடிரோக்கார்பன் சேர்மக் கனிமத் தொகுதி யில் அமைந்த ஒரு கனிமமே இது. ஊசியிலை மரங் களிலிருந்து உருவான புதை படிவப் பிசின் கட்டியே ஆம்பர் (amber) ஆகும். இதன் வேதியியல் உட்கூறு முற்றிலும் ஹைடிரோ கார்பன் ஆகும்.

இயற்பியல் பண்புகள். இது குறைவிலை மணிக்கற் கள் வகையில் அடங்கும். ஆம்பர் படிக வடிவமற் றது (amorphous). சங்கு முறிவுடையது; பிசின் போன்ற மிளிர்வுடையது. இதன் ஒளிவிலகல் எண் 1.54; இதன் அடர்த்தி எண் 1.05 முதல் 1.10 வரை மாறுபடும்; கடினத்தன்மை 2 முதல் 2.5 வரை அமை யும். இது 150°C வெப்பநிலையில் இளகத் தொடங்கி 250°C முதல் 300°C வரையில் உள்ள வெப்பநிலையில் முழுமையாக உருகிவிடுகிறது.



ஆம்பர்

பயன்பாடு. ஆம்பர் பண்டைய காலங்களிலிருந்து அழகு சாதனப் பொருள் செய்யப் பயன்பட்டு வந்தி ருக்கிறது. வெண்மை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு, பழுப்பு நிற ஆம்பர் அணிகலன்களாகப் பயன்படு கிறது. ஒளி ஊடுருவல் முதல் ஒளிக் கசிவு வரை மாறு படும் ஒளியியல் பண்புடையது. ஆம்பர், சிறிய பெட்டிகள், குழாய்கள் ஆகியவற்றை அலங்கரிக்கப் பயன்படுகிறது.

பரவல். ஆம்பர் அதிகமாகக் கிடைக்கும் இடம் பால்டிக் கடலின் தெற்குக் கடற்கரையில் உள்ள பிரஷியா பகுதியாகும். இது சுவீடன், டென்மார்க் கடற்கரைகளிலும், பர்மா, சிசிலி, ருமேனியா ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கின்றது.

அ. வே. உடையனப்பிள்ளை

நூலோதி

1. Dana, E.S., Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Milovsky, A. V., Konanov, O. V., Mineralogy and Petrography, Mir Publishers, Moscow, 1982.

ஆம்பிபோல் தொகுதிக் கனிமங்கள்

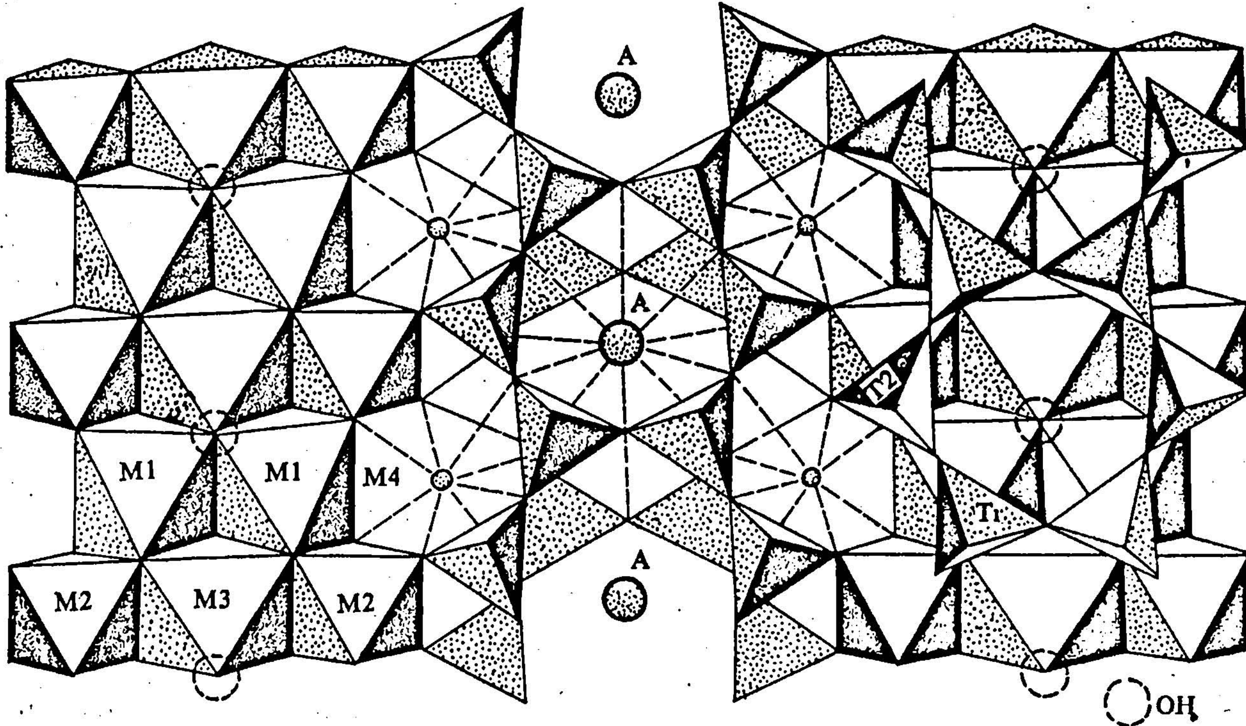
ஆம்பிபோல் தொகுதிக் கனிமங்கள் (amphibole group of minerals) ஆக்சிஜன் உப்புக் கனிமங்களைச் (oxygen salts) சேர்ந்த சிலிக்கேட்டுகளில் ஒருவகைக் கனிமங்களான ஐனோசிலிக்கேட்டுகள் வகையைச் (inosilicate) சேர்ந்தவை. ஐனோசிலிக்கேட்டுகளில் அடங்கிய மற்றொருவகை பைராக்சின் தொகுதிக் கனிமங்கள் (pyroxene group minerals) ஆகும்.

அணுக் கட்டமைப்பு. ஆம்பிபோலின் அணுக்கட்டமைப்பு (atomic structure) சிக்கலானது. இது வேதியியல்படி, மெட்டாசிலிக்கேட்டு (Si_4 O_{12}) ஆகும். ஆனால் இரண்டு சிலிக்கான் ஆக்சிஜன் சங்கிலிகளின் சேர்க்கையால் இத் தொகுதிக் கனிமங்கள் இரண்டு Si_4 O_{11} சங்கிலிகளைக் கொண்டவையாகும் (படம் 1). A, M1, M2, ,M3, M4 என்பன அணுக்கட்டமைப்பில் நேர்மின் அயனிகளின் இடங்கள் (cation sites) ஆகும். அட்டவணையில் நேர்மின் அயனிகளின் இடங்கள் இத்தொகுதியின் பல்வேறு கனிமங்கட்குத் தரப்பட்டுள்ளன.

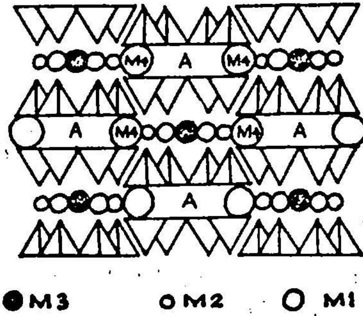
ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைடிராக்சில்களோடு 10 முதல் 12 தொடர்புகளையுடைய A இருப்பிடத்தில் சோடியத்திற்கும் சில சமயங்களில் பொட்டாசியத்திற்கும் இடமளிக்கிறது. 6 முதல் 8 தொடர்புகளையுடைய M4 இருப்பிடத்தில் X பிரிவு நேர்மின் அயனிகள் இடம் பெறுகின்றன. எண்முக (octahedral) M1, M2, M3 இருப்பிடங்களில் Y பிரிவு எதிர்மின் அயனிகள் இடம் பெறுகின்றன. M1 இருப்பிடத்திலுள்ள நேர்மின் அயனியை நான்கு ஆக்சிஜன் அணுக்களும், M2 இருப்பிலுள்ளவற்றை ஆறு ஆக்சிஜன்களும், M3 இன் இருப்புகளை இரண்டு ஹைடிராக்சில், புளோரின் (OH, F) தொகுதிகளும் பகிர்ந்து கொள்கின்றன (பார்க்க, படம் 1, 2).

சிறிய நேர்மின் அயனிகள் M4, M3, M2, M1 இருப்பிடங்களில் இருப்பின் கனிமங்கள் செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியைச் (orthorhombic system) சார்ந்துவிடுகின்றன.

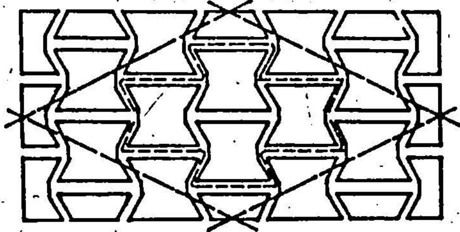
வேதியியற் பண்பு. இத்தொகுதிக் கனிமங்களின் பொது வேதியியல் வாய்பாடு, $W_{0-1}X_2Y_5Z_8O_{22}(OH)_2$ இதில் W என்பது சோடிய, பொட்டாசியத் தனிமங்களைக் குறிக்கிறது. இவை A புரையில் இடம் பெறுகின்றன. X என்பது Ca^{2+}, Na^{+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}

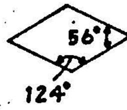


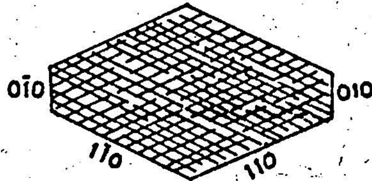
படம் 1. ஆம்பிபோல், பைராக்சின் கட்டமைப்புகள்



(அ)







(ஆ)

படம் 2. டிரமோலைட்டின் அணுக்கட்டமைப்பு

அ. (C அச்சிற்குக் குறுக்காக) ஒற்றைச்சரிவுப் படிகத்தொகுதி ஆம்பிபோல் கனிமம் ஒன்றின் அணுக்கட்டமைப்பு ஆ. உடைதளங்களையும், உடைதளக் கோணங்களையும் அவற்றை அணுக்கட்டமைப்பு எவ்வாறு நிர்ணயிக்கிறது என்பதனையும் விளக்கும் படங்கள்.

Li+ ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றது. இவற்றின் இருப்பிடம் M_4. Y என்பது Mn^{2+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, Ti^{4+} ஆகிய M_1, M_2, M_3 இருப்புகளில் காணப்படுகிற தனிமங்களைக் குறிக்கிறது. நாற்பட்டக இருப்பில் (tetrahedral site) காணபபடும் Si^{4+}, Al^{3+} ஆகிய தனிமங்களை Z குறிப்பிடுகின்றது.

அயனிப்பரிமாற்றங்கள் (ionic exchange) சோடியத்திற்கும் கால்சியத்திற்கும் இடையேயும், மகனீசியம், ஃபெர்ரஸ் இரும்பு, மங்கனீசு ஆகியவற்றிற்கிடையேயும், இயல்பாகக் காணப்படுகின்றன. குறைந்த அளவு மாற்றங்கள் பெர்ரிக் இரும்பு (Fe^{3+}) அலுமினியம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயும் டைட்டேனியம், Y பிரிவு அயனிகளுக்கு இடையேயும் காணப்படுகின்றன. பரு முக்கோண இருப்பில் அலுமினியம் சிலிக்கானை மாற்றுகிறது. ஹைடிராக்சிலை ஆக்சிஜன், புளோரின் ஆகியன மாற்றுகின்றன.

ஆம்பிபோல் தொகுதிக் கனிமங்களுக்கிடையே காணப்படும் இயற்பியல் (physical), ஒளியியல் (optical) பண்பு வேறுபாடுகளுக்கு முக்கிய காரணமாக மகனீசியம், இரும்பு ஆகியவற்றிடையே நிலவும் அயனி மாற்றங்களைக் குறிப்பிடலாம். மேற்கூறப்பட்டது போல எதிர்மின் அயனிகள் ஒன்றிற்கு இன்னொன்று இடம் பெயர்ந்து பல சிக்கலான வேதியியல் உட்கூறுடைய கனிமங்கள் உண்டாகும்.

பல கனிமங்கள் ஆந்தோஃபில்லைட்டு (anthophyllite) $Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$, குருனரைட்டு (grunerite) $Fe_7Si_8O_{22}(OH)_2$, என்ற ஒரு கருத்தியல் கனிமம் (hypothetical mineral) $Ca_7Si_8O_{22}(OH)_2$ வேதியியல் அமைப்பிற்குள் (chemical system) அடங்குகின்றன. இவற்றிலிருந்து பல திண்மக் கரைசல் வரிசைக்(solid solution series) கனிமங்கள் உருவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, டிரமோலைட்டு (tremolite) $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$ முதல் ஃபெர்ரோ ஆக்டினோலைட்டு (ferroactinolite) $Ca_2Fe_5Si_8O_{22}(OH)_2$ வரைப் பல கனிமங்கள் திண்மக் கரைசல் வரிசையைச் சார்ந்தனவாகும். இவற்றில் செஞ்சாய்சதுர ஆந்தோபில்லைட்டு முதல் கம்மிங்டோனைட்டு (cummingtonite) $(Fe_2Mg_5)Si_8O_{22}(OH)_2$ வரை உள்ள வேதியியல் உட்கூறுகள் காணப்படுகின்றன. கம்மிங்டோனைட்டு என்ற கனிமம் $(Fe_2Mg_5)Si_8O_{22}(OH)_2$ முதல் $Fe_7Si_8O_{22}(OH)_2$ வரையிலான வேதியியல் உட்கூறு கொண்டு காணப்படுகிறது.

வேதியியல் உட்கூற்றில் டிரமோலைட்டு, ஆக்டினோலைட்டு, பெர்ரோ ஆக்டினோலைட்டு கனிமங்களுக்கும் ஆந்தோபில்லைட்டு, கம்மிங்டோனைட்டு, குருனரைட்டு கனிமங்களுக்கும் இடையிலான வேதியியல் உட்கூறுகளைக் கொண்ட கனிமங்கள் ஏதும் இயற்கையில் காணப்படவில்லை.

இயற்பியல், ஒளியியல் பண்புகள். மகனீசியம் அதிகம் உள்ள கனிமங்கள் வெளிர் நிறமுடையன. இரும்பின் அளவு அதிகமாவதற்கு ஏற்ப வெள்ளை, சாம்பல், வெளிர்பச்சை ஆகிய நிறங்களிலிருந்து அடர் பச்சை, கரும்பழுப்பு நிறங்களாக மாறுகின்றன நுண்ணோக்கியில் கனிமச் சீவலகள் நீலநிறம் காட்டினால் சோடியம் இருப்பதை அறியலாம்.

படிக வடிவங்களும் மக்னீசியம், இரும்பு ஆகிய வற்றின் அளவிற்குத் தக்கவாறு அமைகின்றன. மக்னீசியம் அதிகம் காணப்பட்டால் ஊசி, நார் (fibrous) வடிவங்கள் பெறுகின்றன. குட்டையான ஆனால் திடமான கனிமமெனில் இரும்பு அதிகம் உள்ளது எனக் கொள்ளலாம்.

செஞ்சாய்சதுர, ஒற்றைச்சரிவு (monoclinic), முச்சரிவுப் (triclinic) படிகத் தொகுதிகளில் இத் தொகுதிக் கனிமங்கள் படிகங்களாகின்றன. செம்மையான கனிமப்பிளவு வெட்டுக்கோணங்கள் (cleavage intersection angle) 56°, 124° என்பன வாகும். பட்டகக் கோணம் (prismatic angle) 124°. இவை, குட்டையான பட்டகங்களாகவும் நெட்டையான உருளைகளாகவும் நார்களாகவும் திண்மமாக வும் அமைகின்றன. அலகு போன்ற கட்டமைப் புடன் (bladed forms) கிடைக்கின்றன. படிக முனை கள் மும்முகங்களை உடையன.

ஆம்பிபோல் கனிமங்கள் பைராக்சின் தொகுதிக் கனிமங்களை விடக் குறைந்த அடர்த்தி உடையன. ஆம்பிபோலில் மக்னீசியத்தின் அளவு கூடுதலாக இருக்கும்.

இவ்வகை ஆம்பிபோல் தொகுதிக் கனிமங்களில் ஹைடிராக்சில் சேர்ந்திருக்குமாயின் அக்கனிமத்தின் வெப்பநிலைப்பு (thermal stability) குறைந்து விடு கிறது. இதனால் உருகுநிலைக்குக் கீழான உயர் வெப்பநிலைகளில் இவை நீரற்ற கனிமங்களாகின் றன.

இவை பலதிசை அதிர்நிறமாற்றப் பண்பு (pleochroism) கொண்டவை.

படிகங்களில் செவ்விணை வடிவப் (orthopinacoid) படிவுகள் காணப்படவில்லை. இரட்டுறல் களில் (twins) மீள்நுழைகோணங்கள் (re-entrant angles) கிடையாது.

பல்வேறு அழுத்த - வெப்பநிலைகளில் ஆம்பி போல் கனிமங்கள் கிடைக்கின்றன. அனற்பாறை களிலும் (igneous rocks) உருமாற்றப் பாறைகளி லும் (metomorphic rocks) ஆம்பிபோல் கனிமங்கள் இயல்பாகக் கிடைக்கின்றன. பெரும்பாலும் கால் சிய வகை மிகுகாரப் (calcium alkali) பாறைகளில் கிடைக்கின்றன. இவை ஆழ்நிலைப் பாறை களிலும் (plutonic rocks) காணப்படுவதுண்டு.

Si_2O_6 தனி உட்கூறுகளைக் கொண்ட ஒற்றைச்

ஆம்பிபோல் பைராக்சின் வேறுபாடுகள்

எண்	பண்புகள்	ஆம்பிபோல் கனிமங்கள்	பைராக்சின் கனிமங்கள்
1.	பட்டகக் கோணம்	124°, 56°	87°, 93°
2.	கனிமப்பிளவு வெட்டுக்கோணம்	124°	87°
3.	தட்டைச் சில் வடிவம்	பேரளவில்	அரிதாக
4.	பலதிசை அதிர்நிறமாற்றம்	உண்டு	இல்லை
5.	படிக முனைகள்	மும்முகங்கொண்டவை	இருமுகங்கொண்டவை
6.	இரட்டுறல்களில் மீள்நுழைகோணம்	இல்லை	உண்டு
7.	செவ்விணை வடிவம்	இல்லை	உண்டு
8.	குறுக்குவெட்டுத் துண்டுகள்	ஆறுமுகத்தன	எண்முகத்தன
9.	ஒளிமறை கோணம் (விலகல் கோணம்)	0° - 25° (ஏறக்குறைய)	30°, முதல் 54° வரை
10.	அடர்த்தி எண்	குறைவு	அதிகம் (சில கார வகைக் கனிமங் களைத் தவிர)
11.	மூலக்கூறு	Si_4O_{11}	Si_2O_6
12.	அணுக்கட்டமைப்பு	இரட்டைச்சங்கிலி	ஒற்றைச்சங்கிலி
13.	ஒளியியல்பு	பெரும்பாலும் எதிர்மறைக் கனிமம்	பெரும்பாலும் நேர்மறைக் கனிமம்
14.	மாற்றங்கள்	குளோரைட்டாக, பைராக்சினாக மாறும்	ஆம்பிபோலாக மாறும்

சங்கிலி அணுக்கட்டுடைய பைராக்சின் தொகுதிக் கனிமங்கள் Si_4O_{11} உட்கூறுகளைக் கொண்ட ஆம்ஃபிபோல் தொகுதிக் கனிமங்களினின்று வேறுபடுவதை அட்டவணையில் (பக்கம் 19) காணலாம்.

திண்மக் கரைசல் (solid solution) காணப்படாததால் கம்மிங்டோனைட்டும், கால்சியம் ஆம்பிபோல் கனிமங்களும் சமநிலையில் ஒன்றோடொன்று ஊடுருவி வளருகின்றன. பொதுவாக ஆம்பிபோல்களைப் பொறுத்தவரை அவை நிலவும் கனிமத் தொகுதிகள் (mineral assemblage) படிகமாகும் வெப்பநிலைகளைக் கண்டறிய உதவுவதில்லை. ஆயினும் உயர்தர உருமாற்றப் பாறைகளில் (high grade metamorphic rocks) அலுமினியமும், இரும்பும் அதிகமாக உள்ள ஹார்ன்பிளெண்டுகள் (aluminium iron hornblende) காணப்படுகின்றன. தாழ்தர உருமாற்றப் பாறைகளில் (low grade metamorphic rocks) அலுமினியம் குறைந்த ஹார்ன்பிளெண்டுகள் (aluminium poor hornblende) காணப்படுகின்றன. சோடிய, அலுமினிய ஹார்ன்பிளெண்டுகள் ஆகியன மிக உயர்வகை உருமாற்றப் பாறைகளைக் கண்டறியும் சுட்டுக் கனிமங்களாகக் (index minerals) கருதப்படுகின்றன.

வகைப்பாடு. ஆம்பிபோல் தொகுதிக் கனிமங்கள் மூன்று உட்பிரிவுகளாக, அவை படிகங்களாகும் தொகுதிகளைக் கொண்டு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன, செஞ்சாய்சதுரத் தொகுதி, ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதி, முச்சரிவுத் தொகுதி என்பன. செஞ்சாய்சதுரத் தொகுதியில் ஆந்தோபிலைட்டு $(Mg, Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$ அடங்கும். ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதியில் கம்மிங்டோனைட்டு,குரூனரைட்டுக்கனிம வரிசையில் கம்மிங்டோனைட்டும் $(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$ குரூனரைட்டும் $(Fe,Mg)_7Si_8O_{22}(OH)_2$, அடங்கும். டிரமோலைட்டு, ஆக்டினோலைட்டுக் கனிம வரிசையில் டிரமோலைட்டும் $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$ ஆக்டினோலைட்டும் (actinolite) $Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ அடங்கும். ஹார்ன்பிளெண்டுக் கனிம வரிசையில் ஹார்ன்பிளெண்டு $(Ca,Na,Mg,Fe,Al)_{7-8}(Al,Si)_8O_{22}(OH)_2$ அடங்கும். காரக் கனிம வரிசையில் (alkalai amphibole minerals) குளோகோஃபேனும் (glaucophane) $Na_2(Mg,Fe)_3(Al,Fe^{3+})_2Si_8O_{22}(OH)_2$ ரீபெக்கைட்டும் (reibeckite' $Na_2Fe^{2+}Fe^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$ ஆர்ஃப்வெத்சோனைட்டும் (arfvedsonite) $Na_3Mg_4AlSi_8O_{22}(OH)_2$ அடங்கும். முச்சரிவுத் தொகுதியில் காசிரைட்டும் (cossyrite), சோடிய, இரும்பு, டைட்டேனிய, அலுமினியச் சிலிகேட்டுகளும் அடங்கும்.

செஞ்சாய்சதுரப் படிகத்தொகுதி

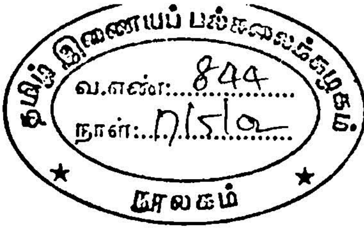
ஆந்தோபில்லைட்டு. ஆந்தோபில்லைட்டு செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இதன் வேதியியல்உட்கூறு $(Mg, Fe^{2+})_7(Si_8O_{22})(OH,F)_2$, கனிமங்கள் நார்களாகவும், கல்நார் (asbestos) போன்றும் (உண்மையில் கல்நாரின் ஒரு வகையே), தட்டைச் சில்லுகளாகவும் (bladed) பட்டகங்களாகவும் காணப்படுகின்றன. இக்கல்நார் குறைவான இழுவலிமை (tensile strength) கொண்டிருப்பதால் பொருளாதார முக்கியத்துவம் பெறவில்லை. இதன் அடர்த்தி எண் 2.85 முதல் 3.57 வரையும் கடினத்தன்மை 5.5 முதல் 6 வரையும் மாறுபடும். இது கண்ணாடி மிளிர்வுடையது. இதன் உராய்வுத்துகள் சாம்பல் நிறமற்றது. இது ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமம். இரட்டுறல் காணப்படவில்லை. வெள்ளை, சாம்பல், பச்சை, பழுப்பு, மஞ்சள்பழுப்பு, கரும்பழுப்பு வண்ணங்களிலும் மெல்லிய கனிமச்சீவல்கள் நிறமற்றும் வெளிர் பச்சை அல்லது மஞ்சள் நிறங்களிலும் காணப்படுகின்றன. நுண்ணோக்கியின் உதவியால் காணும்போது ஒளியில் பழுப்பின் நிறம் இலேசாக மாறும். இது பலதிசை அதிர்நிறமாற்றப் பண்பு கொண்டுள்ளது. ஜெடுரைட்டு (gedrite), அமோசைட்டு (amosite) ஆகியன இக்கனிமத்தின் வகைகளாகும். காண்க, ஆந்தோபில்லைட்டு.

ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத்தொகுதி

கம்மிங்டோனைட்டு. கம்மிங்டோனைட்டு,குரூனரைட்டு வரிசைக் கனிமங்கள் மகனீசியம் இரும்பு ஆகியவற்றின் அளவிற்கேற்ப அமைகின்றன. நார்கள் அல்லது தகடுகளாகக் காணப்படுகின்றன. உடைதளம் செம்மையான சாம்பல்பழுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறமுடையன. இதன் கடினத்தன்மை 5 முதல் 6 வரையிலும், அடர்த்தி 3.2 முதல் 3.5 வரையிலும் இரும்பின் அளவிற்கேற்பக் கூடிக்கொண்டே செல்லும்.

மெல்லிய துண்டுகள் நீள் படிகத் துண்டுகளாக அமைகின்றன. உடை தளங்களில் வெட்டுக்கோணம் 55°. வெளிர்மஞ்சள், பச்சை அல்லது பழுப்பு நிறங்களிலும், நுண்ணோக்கியில் காணும்போது பலதிசை அதிர்நிறமாற்றப் பண்புடனும் (pleochroic) காணப்படுகிறது. ஒளி விலகலெண் இடைவெளி 1.639 முதல் 1.717 வரையும், ஒளி மறைகோணமானது 18° இலிருந்து 10°வரையும் முறையே கம்மிங்டோனைட்டிலிருந்து குரூனரைட்டுவரை குறைகிறது. கம்மிங்டோனைட்டு ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமம். குரூனரைட்டு ஒளியியலாக எதிர்மறைக் கனிமம் (optically negative). இவை உருமாறிய பாறைகளின் கூறுகளாக அமைகின்றன.

டிரமோலைட்டு. டிரமோலைட்டு,ஆக்டினோலைட்டுக் கனிம வரிசையின் வேதியியல் உட்கூறு அலுமினியம் இல்லாக் கால்சியம் மக்னீசியம் சிலிகேட்டிலிருந்து கால்சியம்,மக்னீசியம், இரும்பு சிலிகேட்டு



வரை மாறும். ஒவ்வொரு பதினொரு ஆக்சிஜன் அணுக்களுக்கும் ஒன்றுவீதம் ஹைடிராக்சில் (OH) பிரிவு இணைவது எக்ஸ்கதிர் சோதனையால் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

படிகங்கள்நீண்ட மெலிந்த அல்லது தட்டையான பட்டகம் போன்றவை. நார்கள், விசிறி (radiating) போன்றும் கெட்டியாகவும், மணலைப் போன்றும் காணப்படலாம். டிரமோலைட்டுப் படிகம் வெள்ளை அல்லது சாம்பல் நிறம் உடையது. ஆக்டினோலைட்டு பச்சை நிறம் கொண்டது. கண்ணாடி மிளிர்வுடையது; இது நல்ல ஒளிக்கடத்தி (பகுதி ஒளிக்கடத்திகளும் உண்டு). கடினத்தன்மை 5 முதல் 6 வரையிலும் அடர்த்தி எண் 2.9 முதல் 3.2 வரையிலும் இரும்பின்அணுவைப் பொறுத்துக் கூடுகின்றன. வெட்டுத் துண்டுகள் பட்டகப் பக்கங்கள் நீண்ட தட்டைச் சில்லுகளாகவும், சாய்சதுர வடிவங்களோடும் (diamond shaped) கிடைக்கின்றன. டிரமோலைட்டின் வெட்டுத்துண்டுகள் நிறமற்றவை. ஆக்டினோலைட்டு மஞ்சள் பச்சை நிறம் கொண்டிருப்பதுடன் நிறமாறியாகவும் உள்ளது. இது மஞ்சள்–பச்சை நிறங்களை மாறிக் காட்டுகின்றது. இதன் ஒளிவிலகலெண் 1.599 முதல் 1.625 வரையிலும் (டிரமோலைட்டு) 1.628 முதல் 1.655 வரையிலும் (ஆக்டினோலைட்டு) மாறும் இதுஅதிக ஒளிவிலகல் எண்இடைவெளி(birefringence) கொண்டுள்ளதால் இரண்டாம் நிலை இடைவெளி ஒளிமுனைப்பு வண்ணங்களைக் (polarization colours) காட்டுகின்றது. இது ஒளி மறைகோணம் 15° முதல் 18° வரையில் மாறும் ஈரச்சுக் கனிமம். இது ஒளியியலாக எதிர்மறைக் கனிமம். கல்நார், நெஃப்ரைட்டு (nephrite), யூரலைட்டு (uralite) ஆகியன இதன் வகைகளாகும்.

டிரமோலைட்டு ஆக்டினோலைட்டுக் கனிமங்கள் பெரும்பாலும் உருமாறிய பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. டிரமோலைட்டு தூய்மையற்ற சுண்ணாம்புப் பாறைகளிலும் (impure crystalline limestone) கால்க்,சிலிகேட்டு, ஹார்ன்ஃபெல்சுகளிலும் (calc-silicate-hornfels) கிடைக்கின்றன. ஆக்டினோலைட்டு படலப்பாறை (actinolite schist), கிரீன் ஸ்டோன் (greenstone) ஆகிய பாறைகளில் ஆக்டினோலைட்டு கிடைக்கும்.

வணிகக் கல்நார்களாக (commercial asbestos) ஆக்டினோலைட்டு, அமோசைட்டு, குரோசிடோலைட்டு (crocidolite) ஆகியன பயன்படுகின்றன.

ஹார்ன்பிளெண்டு வரிசை, ஹார்ன்பிளெண்டு வரிசைக் கனிமங்கள் அலுமினிய, கால்சிய, மகனீசிய, அயச் சிலிகேட்டு என்ற வேதியியல் உட்கூற்றினைக் கொண்டுள்ளன. X பிரிவு தனிமங்கள் ஒவ்வொரு பதினொரு ஆக்சிஜன்களுக்கும் நான்கு என்ற நிலைக்கு மேற்படாமல் மாற்றுகள் நிகழலாம். அலுமினியம் சிலிக்கானை மாற்றலாம். இதில் ஹைடிராக்சில் முக்கிய கூறாகும்.

படிகங்கள் நீண்ட பட்டகம் போன்ற, நீள் தட்டைச் சில்லு வடிவிலும், திண்மம், மணற் கட்டி போன்றும் காணப்படலாம். இரட்டுறல் காணப்படுகிறது. செம்மையான உடைதளம் உடையது. இரண்டு உடைதளங்களின் வெட்டுக்கோணம் 120°. கருப்பு, கரும்பச்சை நிறத்தது. கண்ணாடி மிளிர்வு உடையது. பகுதி ஒளிக்கடத்தியாகவும் ஒளித்தடைக் கனிமங்களாகவும் இருக்கின்றன. சீரற்ற முறிவு கொண்டது. கடினத்தன்மை 5 முதல் 6 வரைமாறும். இதன் அடர்த்தி எண் 3 முதல் 3.47 வரை மாறும்.

அறுகோண வடிவக்குறுக்கு வெட்டுத்துண்டுகள் உடைதளங்களைத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றன. நீள்வாக்கு வெட்டுத் துண்டுகள் (longitudinal sections) ஒற்றை உடைதளத் தொகுதியினைக் காட்டுகின்றன. மஞ்சள், பச்சை, பழுப்பு ஆகிய நிறங்களில், பல திசை அதிர்திற மாற்றம் கொண்டு காணப்படுகின்றன. 1.616 முதல் 1.653 வரை மாறுபடுவதால் இரண்டாம் நிலை வண்ணங்களைக் காட்டுகின்றன. மறைகோணம் 18° முதல் 20° வரையும் ஒளியியலாக எதிர்மறைக் கனிமம்.

ஊதுகுழல் (blow pipe) சோதனையில் உருகி, காந்த இயல்புடைய உருண்டைகளாகின்றன. மேலும் இயற்பியல் பண்புகள் உள்ளமையைக் கண்டறிய உதவுகின்றன.

இதன் வகைகள் பிடினைட்டு (bdenite), பர்காசைட்டு (pargasite), பசால்ட்டுவகை ஹார்ன்பிளெண்டுகள் (basaltic hornblende), ஆக்சிஹார்ன்பிளெண்டுகள் ஆகியன.

கிரானைட்டு (granite), சயனைட்டு (syenite), டயோரைட்டு (diorite) போன்ற பாறைகளில் ஹார்ன்பிளெண்டுகள் கிடைக்கின்றன. ஹார்ன்பிளெண்டு வரிப்பாறை (hornblende gneiss) ஹார்ன்பிளெண்டு படலப்பாறை (hornblende schist) ஆம்ஃபிபோலைட்டுப் படலப்பாறை (amphibolite schist) ஆகிய பாறைகளிலும் காணப்படுகின்றன.

குளோக்கோஃபேன். குளோக்கோஃபேன் சோடிய மக்னீசிய, இரும்பு, அலுமினியச் சிலிகேட்டு. இது ஒற்றைச் சரிவுப்படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. பட்டகப் படிகங்களாகவும், நார்களாகவும், திண்மமாகவும், மணற்கட்டிகளைப் போன்றும் காணப்படுகின்றன. உடைதளம், செம்மை, நீலம், கருநீலம், நீலச்சாம்பல் நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. கண்ணாடி மிளிர்வு கொண்டது. ஒளிக் கசிவு உடையது. (translucent). கடினத் தன்மை 6 முதல் 6.5 வரையிலும், அடர்த்தி 3 முதல் 3.1 வரையிலும் மாறுபடும்.

பலதிசை அதிர் நிறமாற்றுப் பண்புடன் நீலம், ஊதா, மஞ்சள், பச்சை ஆகிய நிறங்களைக் கனிமச் சீவல்கள் மாறி மாறிக் காட்டுகின்றன. ஒளிமறை கோணம் ஏறக்குறைய 5°. இது ஒளியியலாக எதிர் மறைக் கனிமம். குளூக்கோஃபேன் படலப்பாறை (glaucophane schist) உருமாற்றுப் பாறைகளில் கிடைக்கின்றன.

ரீபெக்கைட்டு. ரீபெக்கைட்டு ஒருசோடிய, இரும்புச் சிலிகேட்டு. இது ஒற்றைச்சரிவுப் படிகத் தொகுதியைச் சார்ந்தது. பட்டகப் படிகங்களாகவும், விசிறி போன்றும், ஒழுங்கான வடிவற்ற தொகுப்புகளாகவும் காணப்படுகின்றது. உடைதளம் செம்மையானது, படிகங்கள் நீலம் அல்லது கருநீல நிறம் கண்ணாடி மிளிர்வு கொண்டன. இதன்கடினத்தன்மை 4; அடர்த்தி எண் 3.43.

கனிமச்சீவல் நுண்ணோக்கியில் காணும் பொழுது ஒழுங்கற்ற தொகுப்பாகத் தோன்றுகின்றது. கனிமம் அடர்ந்த கருமை நிறம் கொண்டது. பலதிசை அதிர்நிறமாற்றுப் பண்பு கொண்டது. இதன் ஒளிவிலகலெண் அதிகம். குறைவான ஒளிவிலகல் எண் இடைவெளி கொண்டது. இதன் அடர்ந்த நிறம் ஒளிமுனைப்பு நிறங்களை மறைத்து விடுகிறது. ஒளி மறைகோணம் மிகவும் குறைவு.

இண்டிகோ நீலமுடைய குரோசிடோலைட்டும் சிலிக்காவினால் மாறுதலுற்ற பூனைக் கண் அல்லது புலிக்கண் (Cat's eye or Tiger's eye) எனப்படும். அதன் கனிம அணிமணிகளும் குரோசைட்டும் (crossite) ரீபெக்கைட்டின் வகைகளே. இவை அதி ஆழப்பாறைகளின் அமில வகைகளின் வகைகளாகக் காணப்படுகின்றன.

ஆர்ஃப்வெத்சோனைட்டு. ஆர்ஃப்வெத்சோனைட்டு ஒரு சோடிய, மகனீசிய அலுமினியச் சிலிக்கேட்டு. இது ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதிக் கனிமம். நீள் பட்டகப்படிகங்கள் (தொகுப்புகளாக) கருநிறம் கொண்டவையாகும். கண்ணாடி மிளிர்வு கொண்டு ஒளி புகாப் பண்பு கொண்டு காணப்படுகிறது. இதன் கடினத் தன்மை 6; அடர்த்தி 3.45.

கனிமச்சீவல்கள் பலதிசை அதிர்நிறமாற்றுப் பண்பைக் கொண்டவை கட்டஃபோரைட்டு (kataphorite), பார்க்கவிரைட்டு (barkevirite) ஆகியன இதன் வகைகள்.

நெஃப்லின் சயனைட்டு (nepheline syenite) போன்றவை, சோடியம் நிறைந்த அனற்பாறைகளின் கனிம உட்கூறுகளாகக் காணப்படுகின்றன.

முச்சரிவுப் படிகத்தொகுதி

கோசிரைட்டு. கோசிரைட்டும் ஏனிக்மட்டைட்டும் (aenigmatite) சோடிய, டைட்டேனிய, இரும்புச் (அலுமினியச்) சிலிகேட்டுகள் ஆகும். கோசிரைட்டு ஆம்ஃபிகோல் தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டிருப்பதாலும் பைராக்சின்களின் ஒற்றைச் சங்கிலி அணுக் கட்டமைப்பைக் கொண்டு காணப்படுகிறது.

வே. இராதாகிருஷ்ணன்

நூலோதி

1. Read, H.H., Rutley's Elements of Mineralogy, Thomas Murby & Co., London, 1976.
2. Deer, A.A., Howie, R.A., Zussman, J., An Introduction to the rock forming Minerals, Longmans, London, 1978.
3. Frye, Keith, Modern Mineralogy, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1974.
4. Hurlbut, Jr. Cornelius, S., Klein, Cornelius, Manual of Mineralogy, John Wiley & Sons, New York, 1977.
5. Dena, E.S., A Text Book of Mineralogy, Asia Publishing House, Madras, 1962.

ஆம்ஃபிபோலைட்டு

உருமாறிய பாறைகளின் ஒருவகை, ஆம்ஃபிபோலைட்டு (amphibolite) எனப்படும். இதில் அதிகமாக ஆம்ஃபிபோல் தொகுதியைச் சார்ந்த ஹார்ன்பிளெண்டும், பிளஜியோகிளேசு ஃபெல்சுபார்களும் முக்கிய கனிமங்களாகக் கிடைக்கும். இவற்றைத் தவிர குவார்ட்சு, எப்பிடோட்டு, கார்னெட்டு, மற்ற வகை உபரிக் கனிமங்கள் ஆகியன காணப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பாறைகள் பச்சை, கருமை கலந்த பச்சை வண்ணத்தில் இயற்கையில் காணப்படும். இவை திண்ணிய நிலையிலும் (massive) மடிப்புப் பாறைகளாகவும் (foliated rocks) காணப்படுகின்றன. இவை மிக அழுத்த, வெப்பநிலைகளில் உருமாறிய பாறைகளாகக் கிடைக்கின்றன. இவை உருவாவதற்குச் சுமார் 500°C வெப்பநிலையும் 6000 கிலோ/செ. மீ.^{2} அழுத்தமும் தேவைப்படும். இவை வட்டார உருமாற்றத்தினால் (regional metamorphism) ஏற்படும் உருமாறிய பாறைகளாகும்.

ஆம்பிபோலைட்டுகளை அவற்றின் உருவாக்கத்தைப் பொறுத்து இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன, செவ்வாம்ஃபிபோலைட்டு (ortho amphibolites), பாரா ஆம்ஃபிபோலைட்டு (para amphibolites) என்பனவாகும். காரப் பண்புடைய அனற் பாறைகள் (basic igneous rocks) இடைநிலைப் பண்புடைய அனற் பாறைகள் (intermediate igneous rocks) உருமாற்றத்திற்கு உட்படும்போது செவ்வாம்ஃபிபோலைட்டு உருவாகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, டயாபேஸ் (diabase) செம்பாளங்கள்

(dykes), காப்ரோ (gabbro) முதலியவை அவ்வாறு அல்லாமல் படிவுப் பாறைகள் உருமாற்றத்திற்கு உட்படுகின்றன. மகனீசியம் உட்கூறு கொண்ட மணல் கலந்த சுண்ணாம்புக்கல்லுடன் (magnesian marl) தோன்றும் பாறைகள், பாரா ஆம்ஃபிபோலைட்டு என வழக்கில் கூறப்படுகின்றன. ஆனால் இயற்கையில் பெரும்பாலும் நிலஇயலின் படியும், நில வேதியியல் ஆராய்ச்சியின் படியும், கார அனற் பாறைகளே பெரும்பாலும் ஆம்ஃபிபோலைட்டாக மாறுகின்றன.

ஆம்ஃபிபோலைட்டு, குவார்சைட்டு, வரிப்பாறைகள் ஆகியவை, ஆம்ஃபிபோலைட்டு உருமாற்றச் சூழலில் (amphibolite metamorphic facies) உருவாகும் பாறைகள் ஆகும். எனவே ஆம்ஃபிபோலைட்டு பாறைகளில் கிடைக்கும் தனிம ஹார்ன்பிளெண்டு பலவகை வேதியியல் உட்கூறுகளைக் கொண்டதாகக் காணப்படும். இவ்வகை வட்டார உருமாற்றம் நிகழும்போது அதில் தோன்றும் ஹார்ன்பிளெண்டின் கட்டமைப்பில் இரும்பிற்குப்பதில் (iron II), மகனீசியமும் (magnesium) சோடியத்திற்குப்பதில் கால்சியமும், இரும்புக்குப்பதில் (iron III) அலுமினியமும் (aluminium) வேதியலாக இடம் மாறிக் கனிமத்தின் உட்கூறில் இயல்பாக உள்ள தனிமங்கள் குறைந்து காணப்படும். அதாவது, இயற்கையான ஹார்ன்பிளெண்டின் வேதியியல் உட்கூறு மாறுபட்டு மற்ற தனிமங்களின் ஊடுருவல் குறைந்தோ, மிகுந்தோ காணப்படும். எனவே, ஹார்ன்பிளெண்டின் உண்மை உட்கூறு மாறுதலடைந்துவிடும். இவை இரட்டைக் கனிம (bimineralic) ஹார்ன்பிளெண்டு, பிளஜியோகிளேசு கொண்ட பாறை என்று கூறப்படுகின்றன. இவை வெவ்வேறு வகைப்பட்ட பாறைகளினின்று உருவானாலும், தோன்றுவதற்கு முன்பு இருந்த அவற்றின் தாய்ப் பாறையை (parent rock) அறுதியிட்டுக் கூறமுடியாது.

இது காரப்பண்புடைய பசால்ட்டு, காப்ரோ முதலியவற்றிலிருந்து உருவானால் குறைவான மடிப்புகளுடன் காணப்படும். ஆனால் இதை உறுதியாகக் கடைப் பிடிக்க முடியாது. சில பாறைகளில் தூய குவார்ட்சு, பயோடைட்டு ஆகியவற்றுடனும், சிறப்பு வகைப் பாறையில் கார்னெட்டுடனும் காணப்படும். இவை, உருண்ட வடிவத்தில் பழமையான யாப்பைப் (texture) பெற்றிருக்கும். எப்பிடோட்டு (epidote) என்ற கனிமம் இருந்தால் குறைவான வெப்பத்தில் உருவாகியுள்ளது எனக் கூறலாம்.

குறைந்த அருகிய கனிமங்களாக அப்படைட்டு, ஸ்பீன் (sphene) ஒளி ஊடுருவாத நரம்பிழைகளும் (opaque veins) காணப்படும். மிகு காரப் பண்புடைய அனற் பாறைகளில் (ultrabasic rocks) இருந்து ஆம்ஃபிபோலைட்டு உருவானால் இவை மிகவும் அதிகக் கருப்பாகவும் ஹார்ன்பிளெண்டு நிறைந்தவையாகவும், பயோடைட்டும், சில சமயங்களில் ஆந்த்தோஃபில்லைட்டு (anthophyllite) நிறைந்தவையாகவும் காணப்படும்.

படிவுப் பாறைகளில் (sedimentary rocks) இருந்து தோன்றிய ஆம்ஃபிபோலைட்டாக இருந்தால் அவை படிவுப் பாறையில் காணப்படும் கால்சியத்தின் அளவைப் பொறுத்து, ஆம்ஃபிபோலைட்டில் உள்ள ஹார்ன்பிளெண்டின் வேதியியல் உட்கூற்றில் ஸ்பீனும் (sphene) டயாப்சைடும் (diopside எப்பிடோட்டும் (epidote) கார்டியரைட்டும் (cordierite) மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

சில வகை ஆம்ஃபிபோலைட்டுகள், சுண்ணாம்புப் பாறை டோலமைட்டு (dolamite) ஆகியன உருமாற்றம் உறும்போது அங்கு உருவாகும் சிலிக்கா, மகனீசியம், இரும்பு வளிமங்களுடன் வேதிவினை புரிந்து உண்டாகின்றன.

பரவல். இவ்வகை உருமாறிய பாறைகள் முன்கேம்பிரியன் (pre cambrian) காலத்தில் தோன்றிய பாறைகளில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. அண்மைக்காலத்தில் அரிக்கப்பட்ட இளமையான மடிப்பு மலைகளிலும், கிரானைட்டு வரிப் பாறைகளுக்கு (granite gneiss) அடுத்தபடியாகவும், ஆம்ஃபிபோலைட்டு நிலக்கோளப் பரப்பில் பரந்த படிகவுருவப் பாறைகளாகவும் அல்லது, படிக வடிவப் பாறைத் தகடுகளாகவும் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் கோலார் தங்க வயல்களிலும் ஹட்டி (Hatti) கடகு (Gadag) அனந்தபூர் (Anantapur) ஆகிய இடங்களிலும் ஆம்ஃபிபோலைட்டுத் தகட்டுப் பாறை குவார்ட்சும் தங்கமும் கலந்த ஆம்ஃபிபோலைட்டு வரிப் பாறைகளுடன் கலந்து காணப்படுகின்றன.

தமிழ்நாட்டில் சேலம், தர்மபுரி, வட ஆற்காடு முதலிய மாவட்டங்களில் பரவலாக ஹார்ன்பிளெண்டு தகட்டுப் பாறைகளும் (hornblende schist) ஹார்ன்பிளெண்டு வரிப் பாறைகளும் (hornblende gneiss) காணப்படுகின்றன.

சு.ச.

நூலோதி

1. Milovsky, A. V., kohanov, O.V., Mineralogy and petrography, Mir publishers, Moscow, 1982.
2. Krishnava, M. S., Geology of India Burma, Higginbothams (p) Limited, Madras, 1968.

ஆம்பியர் (அலகு)

ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தின் அலகு. இது பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த பிரெஞ்சு நாட்டு இயற்பியல் அறிஞர் ஆந்திரே மரி ஆம்பியர் என்பவர் பெயரால் வழங்கப்படுகிறது. இது முறைப்படுத்திய

மீ-கி.கி.-நொ-ஆ (MksA) அலகு அமைப்பின் அலகாகும். வெற்றிடத்தில் தள்ளத்தக்க அளவு வட்டவெட்டு முகமும் ஒரு மீட்டர் நீளமும் உள்ள இரண்டு இணைக்கடத்திகள் ஒரு மீட்டர் இடைவெளியில் பிரித்துவைக்கப்படும்போது 2×10^{-7} நியூட்டன்/மீட்டர் விசையை உருவாக்குவதற்கு அக்கடத்திகளில் செலுத்தப்படவேண்டிய நிலையான மின்னோட்ட அளவு ஓர் ஆம்பியர் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது ஓர் ஓம் மின்தடையுள்ள கடத்தியில் ஒரு வோல்ட் மின்னிலை வேறுபாட்டின்போது பாயும் மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாகும்.

ஆம்பியரை 20°C இல் உள்ள 0.1 இயல்பு வெள்ளி நைட்டிரேட்டுக் கரைசலில் ஒரு நொடிக்கு 0.0011180 கிராம் வெள்ளியை மின்னாற் பகுத்து வீழ்படியச் செய்யத் தேவையான அளவு மாறாத மின்னோட்டம் எனவும் மின்வேதியியலாக வரையறுக்கலாம். அதாவது, இது ஒரு நொடிக்கு ஒரு கூலம்பு மின்னூட்டத்தைக் கடத்தும் மின்னோட்ட அளவுக்குச் சமமாகும். ஆனால் நடைமுறையில் கூலம்பைத்தான் ஒரு நொடியில் ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டம் கடத்தும் மின்னூட்டத்திற்குச் சமமென வரையறுப்பது தற்கால வழக்கமாகிவிட்டது. பழைய (அனைத்துலக) ஆம்பியரும் புதிய (தனிநிலை) ஆம்பியரும் 0.02 விழுக்காடு அளவு மட்டுமே வேறுபடுகின்றன. மற்ற மின்னோட்ட அலகுகள் மில்லி ஆம்பியர் (10^{-3} ஆம்பியர்), மைக்ரோ ஆம்பியர் (10^{-6} ஆம்பியர்), அபாம்பியர் (10 ஆம்பியர்) என்பன. அபாம்பியர் அவ்வளவாக வழக்கில் இல்லை. காண்க. மின்னோட்டம்; அலகுகளும் செந்தரங்களும், மின்.

உலோ. செ.

ஆம்பியர், ஆந்திரே மரி

மின் இயங்கியலை (electrodynamics) உருவாக்கிய பிரெஞ்சு நாட்டு இயற்பியல், கணிதவியல் அறிஞர் ஆந்திரே மரி ஆம்பியர் (Andre Marie Ampere) 1775-ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 20 ஆம் நாள் இலியான் (Lyon) எனும் இடத்தில் பிறந்தார். 1836 ஜூன் 10 ஆம் நாள் மார்செல்லி (Marseille) எனும் இடத்தில் இறந்தார். மின்னோட்ட அலகு இவரது பெயரால் வழங்கப்படுகிறது. மின்னோட்டம் சுமக்கும் இரண்டு கடத்திகளுக்கு இடையில் ஏற்படும் மின்காந்த விசையின் விதிகளை இவர் சோதனைகள் மூலம் உருவாக்கினார். இவை ஆம்பியர் விதிகள் என வழங்கப்படுகின்றன.

இவர் தந்தையின் வழிகாட்டுதலுடன் தமது சொந்த முயற்சியாலேயே கல்வி கற்றார். தமது 14ஆம் வயதில் அறிவியலில் விரிந்துபரந்த அறிவும் கணிதத்தில் முதிர்ச்சியும் பெற்றார். 1793-ஆம் ஆண்டு இவரது தந்தை வல்லாண்மை ஆட்சியில் (reign of terror) உயிர் இழந்தார்.

1799 இல் மணமுடித்து 1800 இல் ஒரு மகனுக்குத் தந்தையானார். 1801-1803களில் பூர்கு (Bourg) நகரில் இயற்பியல் பேராசிரியரானார். மனைவி இறந்ததும் 1804 இல் பாரிசு சென்றார். 1809 இல் பாரிசு நகர் எக்கோல் பல்தொழில்நுட்பகத்தில் (Ecole polytechnic) கணிதவியல் பேராசிரியர் ஆனார். 1814 இல் அறிவியல் கல்விக் கழகத்துக்கு (Academy of science) உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்.

1820 செப்டம்பர் 11 ஆம் நாள் மின்னோட்டம் உள்ள கடத்தி அருகில் காந்த வட்டையைக் (magnetic compass) கொண்டு சென்றால் காந்த ஊசி விலகுகிறது என்ற ஆயர்ஸ்டெடின் கண்டுபிடிப்பு, அறிவியல் கழகத்துக்குக் கூறப்பட்டது. செப்டம்பரிலும் அக்டோபரிலும் நடந்த மறு கூட்டங்களில் ஆயர்ஸ்டெடு மின்னோட்டம் சுமக்கும் இரு கடத்திகள் தமக்குள் விசையை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன என விளக்கினார். இந்த விசையைக் கண்டறியப் பயன்படும் கணிதச் சமன்பாடுகளையும் உருவாக்கினார். மின்னோட்டம் சுமக்கும் நீளமான சுருளைவடிவச் (helical shape) சுருள் (coil) சட்டக் காந்தத்துக்குச் சமமானது என நிறுவினார். இந்தச் சுருளில் செருகப்படும் இரும்புத்துண்டு காந்த ஏற்றம் அடைவதையும் காட்டினார். நிலைக்காந்தங்களுக்கு இடையில் நிலவும் காந்த விசைகள் இரும்புத்துண்டின் மூலக்கூற்று மின்னோட்டங்களுக்கு இடையில் ஏற்படும் விசைகளே என விளக்கம் கூறினார். தொடக்கத்தில் நியூட்டனின் வினை எதிர்வினைச் சமவுடைமையுடன் இவரது கோட்பாட்டின் ஒரு பகுதி முரண்படுகிறது என்ற எதிர்ப்பு ஏற்பட்டது. பிறகு அது மறைந்துவிட்டது. பிறகு மின் இயங்கியலின் ஆம்பியர் விதிகள் ஏற்கப்பட்டு வியப்புடன் அவை பாராட்டப்பட்டன. இவ்விதிகள் பிறகு 1865-இல் ஜெ.சி. மாக்சுவெல் ஏற்படுத்திய மின்காந்தக் கோட்பாட்டின் அடிக்கோள்களாய் அமைந்தன.

நுண்புலமிக்க சோதனையாளரான ஆம்பியர் மின்னோட்டம் அளக்கும் கால்வானா அளவி, 26 கம்பிகள் உள்ள தொலைவரி ஆகியவற்றை ஆயர்ஸ்டெடின் கண்டுபிடிப்பைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கினார். இவர் முதன் முதலாக மின்திரட்டியை (commutator)ஒத்த சுழல் மின் இணைப்புமாற்றியைக் (rotating switch) கண்டறிந்தார். இதை 1832 இல் எச். பிக்சி (H.Pixii) தமது மின்னாக்கியில் (electric generator) பயன்படுத்தினார். இயக்கவியல் (mechanics) ஒளியியல், புள்ளியியல், வேதியியல், படிக விளக்கவியல் (crystallography) ஆகிய பல துறைகளின் வளர்ச்சிக்கு இவர் பெருந்தொண்டாற்றி

யுள்ளார். இவரது நூல்களான மின் இயங்கியல் கவனிப்புகளின் தொகுப்பு, மின்இயங்கியல் நிகழ்வு களின் கோட்பாடு ஆகியன புகழ்பெற்ற மின்னியல் நூல்களாகும்.

உலோ. செ.

ஆம்பியர்-சுற்று

இது மீ.கி.கி.நொ.ஆ (MksA) அலகு அமைப்பிலுள்ள காந்த இயக்கு விசையின் (magnetomotive force) அலகு. ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாயும் மூடிய சுற்றுள்ள கண்ணியின் காந்த இயக்க விசை ஆம் பியர்-சுற்று என வரையறுக்கப்படுகின்றது. காண்க, அலகுகளும் செந்தரங்களும், மின்; கில்பர்ட்டு (அலகு); காந்த இயக்கு விசை.

உலோ. செ.

ஆம்பியர்-மணி

ஒரு நேர்மின்னோட்டச் சுற்றுவழிக்கு ஒருமணி நேரத்தில் ஓராம்பியர் மின்னோட்டம் தர ஒரு மின் கலம் வெளியிட்ட மின் அளவு ஆம்பியர்-மணி எனப்படும். ஆம்பியர்-மணி என்பது மின்கலத்தின் கொண்மையை அல்லது கொள்ளளவைக் (capacity) குறிப்பிடும் புறநிலை அளவும் (physical quantity) நடைமுறை அலகும் (practical unit) ஆகும். இந்த அளவை நிலைக்காந்த இயங்கு சுருள் ஆம்பியர்-மணி அளவியாலும் மின்னாற்பகுப்பு ஆம்பியர்-மணி அளவியாலும் அளக்கலாம். காண்க, ஆம்பியர்-மணி அளவி.

உலோ. செ.

ஆம்பியர் மணி அளவி

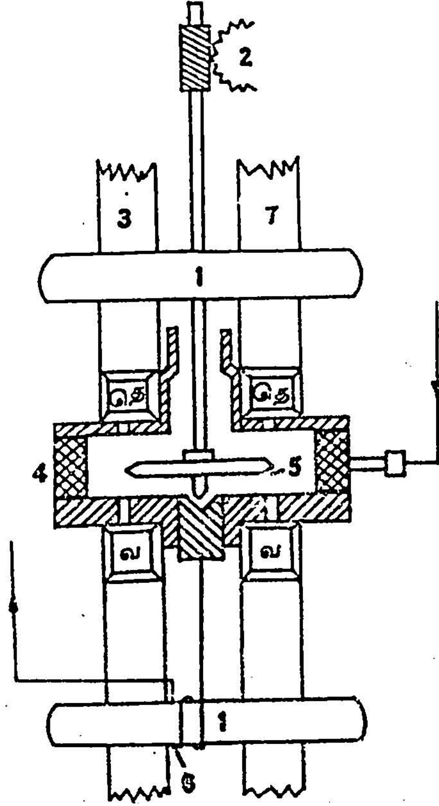
ஆம்பியர் மணி என்ற அளவை அளக்கும் கருவி ஆம்பியர் மணி அளவி (Ampere-hour meter) எனப் படும். எனவே ஆம்பியர் மணியை அளப்பதற்குச் சுழலும் வட்டத் தட்டின் (rotating disc) வேகம், மின்னோட்டத்தின் அளவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருந்தால், வட்டத் தட்டைத் தாங்கியிருக்கும் சுழல் தண்டுடன் (spindle) தொடர் பல் சக்கரங் களை இணைத்துச் சுழல்தண்டின் சுற்றுகளைப் பதிவு செய்து ஆம்பியர் மணியை அளக்கலாம்.

ஆம்பியர் மணி அளவி அளப்பதற்குப் பொது வாக மின்னோடி அளவி (motor meter) பயன் படுகிறது. மின்னோடி அளவியின் முக்கியமான உறுப்புக்கள், மின்சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்ட அளவின் விகிதத்திற்கேற்ப இயக்கும் திருக்கத்தை (operating torque) ஏற்படுத்தும் இயக்க அமைப்பு (operating system), நிறுத்தும் திருக்கத்தைச் (braking torque) சுழல் வேகத்திற்கு ஏற்றாற்போல் ஏற்படுத் தும் நிலைக்காந்தம், பதிவு செய்யும் அமைப்பு என் பனவாகும்.

மிகவும் சிறப்பாக நேர்மின்னோட்டத்தில் ஆம் பியர்மணியை அளப்பதற்குப் பயன்படுவதுஆம்பியர் மணி பாதரச மின்னோடி அளவி. இதன் இயக்க முறை கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

கட்டுமானம். மெல்லிய மணிக்கிண்ணத்தில் செம்பு வட்டத்தட்டு, தாங்கியின் மேல் பொருத்தப் பட்டுள்ள தண்டின் அடிப்பாகத்தில் பொருத்தப்பட் டுள்ளது. இந்த வட்டத்தட்டு, இரண்டு இணை நிலைக் காந்தங்களின் நடுவே சுழலும். வலப்புறத்திலுள்ள இரு காந்தங்கள் இயக்கத் திருக்கத்தை ஏற்படுத்தும்; இடப்புறத்திலுள்ளவை நிறுத்தத் திருக்கத்தை ஏற்படுத்தும். இந்தக் காந்தங்களில் தேனிரும்பால் ஆன காந்தத் துருவத் துண்டுகள் N, S பொருத்தப் பட்டுள்ளன. மேலும் இந்தத் துருவத்துண்டுகள் N, S இரண்டும் பித்தளையில் ஆன வட்டமான தட்டுகளுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பித்தளைத் தட்டுகளின் இடையில் இழை வலயங்கள் தட்டு களின் வெளிவட்ட விட்டம் அளவுக்குச் செய்யப் பட்டு வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத் தட்டுகளும் இழை வலயங்களும் சேர்ந்து உள்ளே காலியான வட்ட வடிவமான பெட்டி போல் காணப்படும். இந்த அமைப்பிற்குள் செம்பு வட்டத்தட்டுச் சுழலும். மீதிப் பகுதி பாதரசத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். பாதரசம் போதுமான அளவு செம்புத் தட்டின்மேல் மேல் நோக்கி இறுக்கு விசையை ஏற்படுத்துவதால் (bear-ing), தாங்கி உருளைகளின் மேல் செம்புத்தட்டால் உண்டாக்கப்படும் அழுத்தம் குறையும். சுழல் தண் டின் மேற்பகுதியில் வெட்டப்பட்டுள்ள புழு வடிவப் பல்சக்கரங்களுடன் பிணைக்கப்பட்டுப் பதிவு செய் யும் அமைப்புடன் இணைக்கப்படுகிறது.

அளக்கப்பட வேண்டிய மின்னோட்டம் வட்டத் தட்டின் வட்ட விளிம்புக்கு வலப் பக்கத்திலிருந்து பாதரசம் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது.வட்டவிளிம் பிலிருந்து தட்டின் மையப்பகுதிக்கு மின்னோட்டம் ஆரப் (radius) பாதையில் சென்றடைகிறது. அங்கி ருந்து தண்டின் மூலம் பாதரசத்திற்கும் பாதரசத்தி லிருந்து மணித்தாங்கி (jewel bearing) வழியாக வெளிப்பாதைக்கும் மின்னோட்டம் கொண்டு செல்கிறது. மின்னோட்டம் வலப்பக்கக் காந்தங்க ளின் கீழே மட்டும்தான் செல்லுகிறது. எனவே வலப் பக்கத் தட்டின் மேல் ஃபாரடேயின் விதிப்படி (Faraday's law) திருக்கம் ஏற்படுகிறது. அதனால் தட்டு, சுழலத் தொடங்குகிறது. இந்தச் சுழல் திருக்கத் தின் திசை, அம்புக் குறியிட்டுக் காட்டப்பட்டுள் ளது. இதை ஃபிளமிங்கின் இடக்கை விதிப்படிக்



படம் 1. ஆம்பியர் மணி அளவி

1. இரும்புச்சட்டம், 2. புழுவடிவப்பல்சக்கரம், 3. நிறுத்தும் காந்தம், 4. இழைவலயம், 5. வட்டத்தட்டு, 6. ஈடுசெய்சுருள், 7. இயக்கும் அல், 8. ஓட்டும் காந்தம், வ - வடதுருவம், தெ - தென்துருவம்

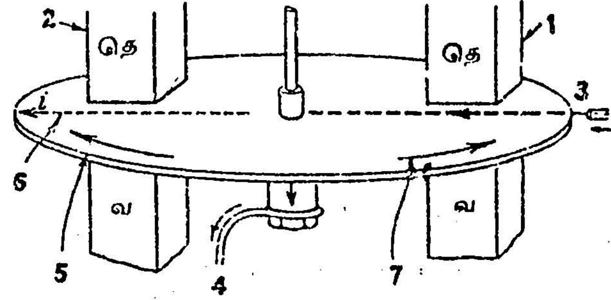
(Fleming's left hand thumb rule) கண்டுபிடிக்கலாம். இந்தத் திருக்கத்தின் பருமை (magnitude) மின்னோட்டத்தின் அளவையும், காந்தப் புலத்தின் செறிவையும் சார்ந்தது.எனவே,ஓட்டும் திருக்கத்தால் வட்டத்தட்டு சுழலும் போதுஇடப்பக்கக் காந்தப்புலத்தை வெட்டுவதால் அதில் சுழிப்பு மின்னோட்டம் (eddy current) தூண்டப்படுகிறது. இந்தச்சுழிப்பு மின்னோட்டமும், இடப்பக்கக் காந்தங்களினால் உருவாக்கப்பட்ட காந்தப்புலமும் நிறுத்தத் திருக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. நிறுத்தத் திருக்கம் தட்டின் வேகத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். H_1 = வலப்பக்கக் காந்தங்களின் காந்தப்புலம், I = மின்னோட்டம் என்றால், ஓட்டும் திருக்கம், T_d சமன்பாடு (1)ஆல் பெறப்படுகிறது.

$$T_d \propto H_1 \propto I \qquad (1)$$

ஏனெனில், H_1 = மாறிலி;

நிறுத்த திருக்கம், $$T_b = \phi^2 N/r \qquad (2)$$

இங்கு, N = தட்டின் சுழற்சி வேகம், ϕ = காந்தப் பெருக்கு, r = தட்டின் அகமின்தடை ஆகும்.



படம் 2. ஆம்பியர் மணி அளவி இயங்குமுறை

1. இயக்கும் காந்தம், 2. நிறுத்தும் காந்தம், 3. மின்னோட்ட உள்நுழைவு, 4. மின்னோட்ட வெளியேற்றம், 5. செம்பு வட்டத்தட்டு, 6. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை, 7. வட்டத் தட்டின் சுழற்சி திசை, வ - வடதுருவம், தெ - தென்துருவம்.

நிலையான சுழற்சியின் வேகத்தை வட்டத்தட்டு அடைந்ததும் $T_d = T_b$ ஆகும்.

$$\therefore \quad I \propto \frac{\phi^2 N}{r}$$

ϕ, r ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் மாறாவிட்டால்

$$I \propto N \qquad (3)$$

எனவே, குறித்த காலஅளவுக்குள் தட்டுச் சுற்றும் மொத்தச் சுற்றுகள் மொத்த மின்னோட்ட அளவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே மேற்கண்ட அளவு ஆம்பியர்மணி அளவியாகப் பயன்படுகிறது.

பாதரசத்தில்வட்டத்தட்டுச் சுற்றும்போதுநீர்மப் பிசுப்பால் (viscous) ஏற்படும் உராய்வால் தட்டின் வேகத்தில் சற்றுத் தடையேற்படும். இதைக் கீழ்க் காணும் முறையால் சரிசெய்து விடலாம். இரண்டு இரும்புச் சட்டங்கள் (iron bars) இரண்டு நிலைக் காந்தங்களின் மீது ஒன்று பாதரச அறையின் மேற்பகுதியிலும், மற்றொன்று கீழ்ப்பகுதியிலும் உள்ளபடி வைக்கப்பட்டுள்ளன. கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள இரும்புச் சட்டத்தில் ஒரு சிறிய ஈடுசெய் சுருள் (compensating coil) சுற்றப்பட்டுள்ளது. இதன்வழியாகத்தான் அளிக்கப்பட வேண்டிய மின்னோட்டம் செல்லுகிறது. இந்தச் சுருளினால் ஏற்படுத்தப்படும் காந்தப்புலம் வலப்பக்கக் காந்தத்தின் காந்தப் புலத்தை அதிகப்படுத்துகிறது. இடப்பக்கக் காந்தத்தின் காந்தப்புலத்தை மெலியச் செய்கிறது. மேற்கண்ட முறையினால் ஓட்டுத்திருக்கம் அதிகப்படுத்தப்பட்டும், நிறுத்தத்திருக்கம் குறைவுபடுத்தப்படவும்

செய்வதால் பாதரச உராய்வால் ஏற்படும்உராய்வுப் பிழை, ஈடுகட்டப்படுகிறது.

ந. சுப்பிரமணியன்

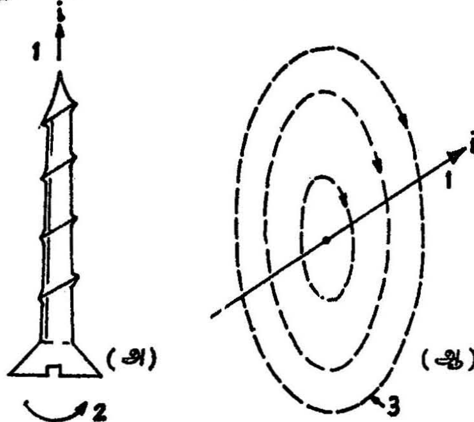
நூலோதி

1. சுப்பிரமணியன், ஆர்.கே., மின்அளவைக் கருவிகள், முதற்பதிப்பு, தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1975.
2. Golding, E.W., Widdis, F.C., Electrical Measurements and Measuring Instruments, Fifth Edition, A.H.Wheeler and Company Private Limited, Allahabad, 1963.
3. Popov, V., Electrical Measurements, Third Edition Mir Publishers, Moscow, 1982.

ஆம்பியர் விதி

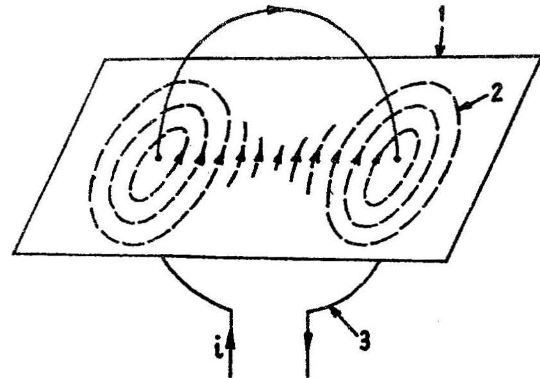
ஒரு கடத்தியில் உள்ள மின்னோட்டம் அக்கடத்தியைச் சுற்றிக் காந்தப்புலத்தை உண்டாக்குகிறது. மின்னோட்டத்தையும அதன் விளைவால் ஏற்படும் காந்தப்புலத்தையும இணைக்கும் அடிப்படை விதிகளில் ஒன்றே ஆம்பியர் விதி (Ampere's law). மின்னோட்டம் இருக்கும் போதோ மின்புலம் மாறும் போதோ உண்டாகும் காந்தப் புலத்தின் அளவினை மின் அளவு மூலம் அளக்க ஆம்பியர் விதி உதவுகிறது. மின்காந்தக் கோட்பாடுகளின் அடிப்படைக்குக் கணிதவியலான விளக்கம் கண்ட பிரெஞ்சு நாட்டு அறிவியலறிஞர் ஆந்திரே மரி ஆம்பியர் (Andre Marie Ampere) அவர்களின் நினைவாக இவ்விதி பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

இவ்விதி பயோட்-சவாட் விதி (Biot-Savat's law) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஆம்பியர் விதியைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறலாம். ஒரு கடத்தியின் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் உள்ள மொத்தக் காந்தப்புலத்தின் அளவு, கடத்தியின் வழிச் செல்லும் மின்னோட்டத்துக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். காந்தப் புலத்தின் திசையை மாக்ஸ்வெல் தக்கைத் திருகு விதிமுறை (Maxwell's cork screw rule) மூலம் கண்டறியலாம். ஒரு நேரான கம்பியில் மின்னோட்டம் பாய்வதாகக் கொள்வோம். வலப் புறமாய்ச் சுற்றும் ஒரு திருகு ஆணி (right handed screw) முன்னேறும்போது, திருகின் முனை மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்குமானால், திருகு சுழலும் திசை காந்த விசைக் கோடுகள் அமையும திசையைக் குறிக்கும். ஒரு வட்டமான கடத்தியில் உள்ள மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் காந்த விசைக் கோடுகள் கடத்தியின் அருகே அதைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும். வட்டக் கடத்தியின் மையத்திற்கு அருகே விசைக் கோடுகள் சீராகவும் இணையாகவும் இருக்கும் (படம் 2 அ). காந்த விசைக்கோடுகள் மின்கடத்தியின் தளத்திற்கு எப்பொழுதும் செங்குத்தாக இருக்கின்றன (படம் 2 ஆ).

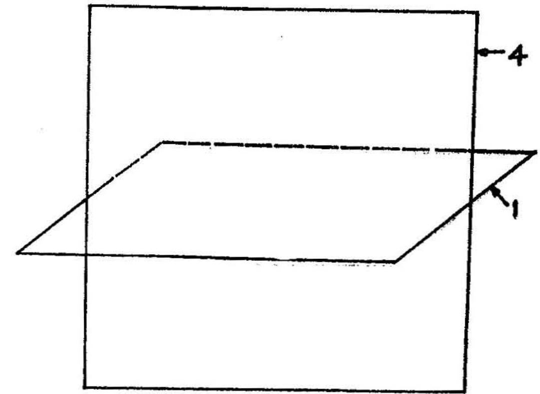


படம் 1. நேரான கம்பியின் காந்தப்புலம்.

1. மின்னோட்டத் திசை 2. காந்தவிசைக்கோடுகள் 3. காந்த விசைக் கோடுகளின் திசை.



(அ)

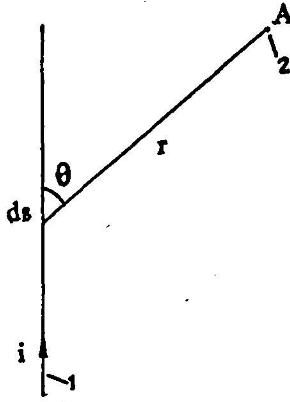


(ஆ)

படம் 2. வட்டக் கடத்தியின் காந்தப் புலம்

1. காந்தப் புலத்தின் தளம் 2. காந்த விசைக் கோடு 3. மின் கடத்தி 4. மின்னோட்டத் தளம்

மின்னோட்டத்தைத் தாங்கும் ஒரு கம்பியின் சிறு கூறினால் (element) சற்றுத் தள்ளியிருக்கும் ஒரு புள்ளியில் (படம் 3 இல் அப்புள்ளி A, எனக் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது) உண்டாகும் காந்தப் புலச் செறிவின் அளவைக் கணக்கிடுவோம். காந்தப் புலச் செறிவின் அளவு (B), கம்பியின் சிறு கூறின் நீளத்தைப் (ds) பொறுத்திருக்கும். நீளம் அதிகமானால் காந்தப் புலச் செறிவும் அதிகமாகும். மேலும் இது மின்னோட்டத்தின் அளவையும் (I) பொறுத்திருக்கும். மின்னோட்டம் அதிகமானால் காந்தப் புலச் செறிவும் அதிகமாகும்.



படம் 3. மின்கம்பியின் காந்தப் புலம்

1. மின்னோட்டம் தாங்கும் கம்பி, 2. காந்த விசை அளக்கப்படும் புள்ளி

காந்தப் புலச் செறிவு, அளக்கப்படும் புள்ளிக்கும் (A), சிறு கூறுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவைப் (r) பொறுத்திருக்கும். காந்தப் புலச் செறிவின் அளவு இடைவெளியின் இருமடியைப் (r^2) பொறுத்தது. இடைவெளியின் இருமடியும் காந்தப் புலச் செறிவும் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும். இடைவெளி அதிகமானால் காந்தப் புலச் செறிவு குறையும். இடைவெளி குறைந்தால் காந்தப் புலச் செறிவு அதிகமாகும்.

காந்தப் புலச் செறிவு அளக்கப்படும் புள்ளியையும் (A) சிறு கூறின் மையத்தையும் இணைக்கும் கோடு, மின்னோட்டத் திசையுடன் ஏற்படுத்தும் கோணத்தின் (θ) சைன் மதிப்பைப் (Sin θ) பொறுத்திருக்கும். இக்கோணம் 90° ஆக இருக்கையில் காந்த விசையின் அளவு பெருமமாகும். மேற்குறிப்பிட்டுள்ள உறவை சமன்பாடாகக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்.

$$B \propto \frac{i.\,ds.\,\sin\theta}{r^2} \qquad (1)$$

$$B = \frac{\mu_0\, i.\,ds.\,\sin\theta}{r^2} \qquad (2)$$

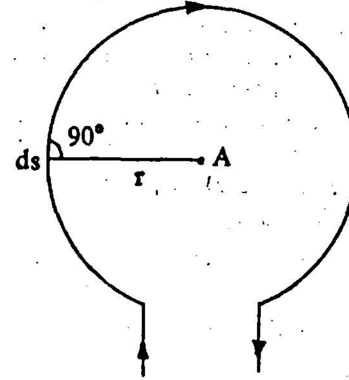
B என்பது காந்தப் பெருக்குச் செறிவு (magnetic flux density) அல்லது காந்தத் தூண்டல். இதன் அலகு காஸ் (Gauss) ஆகும். μ_0 ஒரு மாறிலி. இது திறந்த வெளியில் காந்தப் (உட்புகு திறனைக்) புரைமையைக் (permeability) குறிக்கிறது. (உட்புகுதிறன் அல்லது புரைமை என்பது, ஊடகம் காந்த விசைக் கோடுகளைக் கடத்தும் திறனாகும்.)

கம்பியை வட்டமாக ஆக்கி, ds என்ற கூறு வட்டத்தின் வில்லாக இருந்தால் (படம் 4), $\theta = 90°$, $\therefore \sin\theta = 1$, எனவே,

$$B = \frac{\mu_0\, i\, ds}{r^2} \qquad (3)$$

இங்கு r என்பது வட்டத்தின் ஆரத்தைக் குறிக்கும். வட்டமையத்தில் உள்ள காந்தத் தூண்டலை அளக்க வேண்டுமானால், வட்டமான கடத்தியின் எல்லாச் சிறு கூறுகளில் (ds) இருந்தும் உண்டாகும் காந்தத் தூண்டலைக் கணக்கிட வேண்டும். இது வட்டத்தின் சுற்றளவு முழுதும் உண்டாக்கும் காந்தத் தூண்டலுக்குச் சமமாகும்.

l நீளமுள்ள கம்பியை, r ஆரமுள்ள வட்டமான கடத்தியாக வளைத்து அதனுள் i அளவு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் வட்ட மையத்தில் உள்ள



படம் 4. வட்டவில்லின் காந்தப்புலம்

காந்தத் தூண்டலின் அளவு,

$$B = \mu_0 \frac{i.\,l}{r^2} = \mu_0 \frac{2\pi i}{r} \qquad (4)$$

(ஏனெனில் $l = 2\pi r$). கடத்தியில் n சுருள்கள் அமைந்திருந்தால், காந்தத் தூண்டலின் அளவு

$$B = \mu_0 \frac{n.\,2\pi i}{r} \qquad (5)$$

சமன்பாடு (5)இல் இருந்து மின்னோட்டத்தை மின்காந்த அலகால்வரையறுக்கலாம். 1.மீ. நீளமுள்ள கடத்தியை 1.மீ. ஆரமுள்ள சுருளாக வளைத்து, அதனுள் பாயும் மின்னோட்டம் சுருளின் மையத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஓரலகு கொண்ட காந்தத் துருவத்தின் (unit magnetic pole) மீது ஒரு நியூட்டன்

(newton) அளவு விசையை உண்டாக்கினால், பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு ஓரலகுமின்னோட்டம் ஆகும். இது ஓர் ஆம்பியர் என்று வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. கூலும்பு (coulomb) அளவு மின்னூட்டம் (charge)கடத்தியின் வழியே ஒரு நொடி நேரத்துக்குப் பாய்ந்தால் அம் மின்னோட்டத்தின் அளவு ஆம்பியர் என்றும் வரையறுக்கலாம். (ஒரு மின் காந்த அலகு மின்னோட்டம், ஒரு மின்காந்த அலகு மின்னூட்டம் என்று அழைக்கப்படுகிறது). மின்காந்த அலகு மின்னூட்டம் நிலைமின் அலகு மின்னூட்டத்தை விட 'c' மடங்கு அதிகமானது (1: மி. கா. அலகு மின்னூட்டம்=c×1நி.மி. அலகு மின்னூட்டம். இங்கு c என்பது ஒளியின்வேகம்; அதன் மதிப்பு 3×10^8மீ./நொடி).

பா. வெங்கடரமணி

நூலோதி

1. ஆண்ட்ராடே, ஈ.என்.தா.சி., தமிழாக்கம் எஸ். சங்கரன் பௌதிக இயல். தமிழ்ப் பண்ணை, சென்னை, 1966.

2. தங்கராஜ், எம்.ஏ., மின்சாரம்-சக்தியின் சரிதை, தென்னிந்திய சயன்ஸ் கிளப், ஹிக்கின் பாதம்ஸ் (பி) லிமிடெட், சென்னை, 1966.

3. சவரிமுத்து, பா. இலகு பௌதிகம், ஹிக்கின் பாதம்ஸ் (பி) லிமிடெட், சென்னை, 1966.

4. ராவ், வி.வி.எல்., தமிழாக்கம், பொ. திருகூட சுந்தரம், எம். ஏ.பி.எல், மின்சாரமும் அன்றாட வாழ்வும், கலை வாணிப் புத்தகாலயம், சென்னை, 1966.

5. கான்முகம்மது, எம்., மின்சாரம், மதுரைப் பதிப்பகம், மதுரை, 1964.

ஆம்பிலிகோனைட்டு

லித்தியத்தின் முக்கிய கனிமம் ஆம்பிலிகோனைட்டு (amblygonite). இதன் வேதியியல் உட்கூறு லித்தியம், சோடிய, அலுமினியப் பாஸ்ஃபேட்டு (Li, Na, $Al(PO_4)$ (F,OH)) ஆகும். லித்தியத்திற்கும் சோடியத்திற்கும் இடையில் பரிமாற்றங்கள் நிகழ்தல் உண்டு. ஃபுளூரினுக்கும் (fluorine),ஹைடிராக்சைடுக்கும் (OH) இடையிலும் பரிமாற்றங்கள் நிகழ்தல் உண்டு. இவ்வகையான பரிமாற்றங்கள் ஆம்பிலிகோனைட்டு என்ற கனிமத் தொகுதியை (amblygonite mineral group) உருவாக்குகின்றன. இது முச்சரிவுத் தொகுதியில் படிகமாகின்றது. படிகங்கள் குட்டையாகவும், பட்டக வடிவமாகவும், மஞ்சள், பச்சை, பழுப்பு நிறங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

111 என்ற பக்கத்தை இரட்டுறல் பக்கமாகக் கொண்டது. இதில் மூன்று வகைப் பிளவுகள் காணப்படுகின்றன. 0$\bar{1}$1 பக்கத்தில் தெளிவான பிளவும், 110 பக்கத்தில் நல்ல பிளவும், 100 பக்கத்தில் ஒழுங்கான பிளவும் காணப்படுகின்றன. இதன் கடினத் தன்மை 6. இதன் அடர்த்தி 3 முதல் 3.1 வரை மாறுபடும். இதன் மீள்மைக்கெழு 7. இது அடர் கந்தக அமிலத்தில் கரையும். இதன் ஒளித்தளம் (optic plane) 0$\bar{1}$1 என்ற பக்கத்திற்கு 12° கோணத்திலும், 1$\bar{1}$0 பக்கத்திற்கு 76° கோணத்திலும் உள்ளது. மேலும் அது 0$\bar{1}$1 பக்கத்துடன் 76° கோணமும் 110 பக்கத்துடன் இடைப்பட்ட குறுங்கோணமும் (acute angle) கொண்டதாய் அமைகிறது.

இது ஒளியியலாக எதிர் மறைக் கனிமமாகும். இதன் விரைவொளி அச்சுக்கும், மெதுவொளி அச்சிற்கும் இடையில் உள்ள ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் (2 v, optic axial angle) 50° ஆகும். இதன் ஒளிவிரவலில் (dispersion) சிவப்பொளி அச்சுகளின் கோணம் (γ) நீல அச்சுகளின் கோணத்தை (v) விட அதிகமானதாக (γ>v) இருக்கின்றது. இதன் ஒளி விலகல் எண் (refractive index) விரைவொளி அச்சுக்கு (γ) 1.598 ஆகவும், மெதுவொளி அச்சுக்கு (α) 1.578 ஆகவும், இடையொளி அச்சுக்கு (β) 1.593 ஆகவும் உள்ளது. இதன் அடர்த்தி எண் குறையும் போது ஒளியியல் கோணம் (optic angle) மிகும். இது பொதுவாகப் பெக்மட்டைட்டுகளிலும் (pegmatite) அமில அனற் பாறை வகைகளிலும் டூர்மலின், லித்தியம் கனிமங்களுடன் அடிக்கடிக்காணப்படுகின்றது. உலகில் தென்மேற்கு ஆப்பிரிக்காவிலும், தெற்கு டாக்கோட்டாவில் (South Dakota) உள்ள கருப்பு மலைகளிலும் இவை வெட்டியெடுக்கப்படுகின்றன.

அ.வே. உடையனப்பிள்ளை

நூலோதி

Winchell, A.N., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.

ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் குடல் புழுநோய்

ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் ஒட்டுண்ணிகள் தட்டைப்புழு இனத்தைச் சேர்ந்தவையாகும். இவ்வொட்டுண்ணிகள் ஆடு, மாடுகளின் இரைப்பையின் முதல் அறையான ரூமன் (rumen) எனும் பகுதியில் வாழ்கின்றன. ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்கள் காண்பதற்கு மாதுளை முத்துக்களைப் போன்ற சிவப்பு நிறத்தில் காணப்படும். இவை உருண்டையான கூம்பின் வடிவம் கொண்டு, முன்புறமும், பின்புறத்தின் அடிப்பாகத்திலும் உறிஞ்சிகள் (suckers) எனப்படும் பிடித்துக் கொள்ளும் சுருக்குத் தசைகளைக் கொண்டுள்ளன. உறிஞ்சிகளின் உதவியால் ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்கள் ஆடு, மாடுகளின்

இரைப்பையின் சுவரைப் பற்றிக்கொண்டு திசுவை யும் திசு நீரையும் உட்கொண்டு வாழ்கின்றன. ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்களில் இரு பாலுறுப்புகளும் உள்ளன. வடிவமைப்பு, அளவுகள் ஆகியவற்றின் வேறுபாட்டினால் ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்கள் பல வகைகளாகப் பாகுபாடு செய்யப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை காட்டிலோஃபோரான் (catylophoron sp.) காலிக்கோஃபோரான் (calycophoron sp.), கேஸ்ட்ரோத்தைலாக்ஸ் (gastrothylax sp.) ஆர்த்தோசீலியம் (orthocoelium sp.), பெராம்ஃபிஸ்ட்டோமம் (paramphistomum sp.) போன்றவை யாகும்.

வாழ்க்கை வட்டம். ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்களின் முட்டைகள் குடல் வழியாகச் சாணத்துடன் வெளியேறித் தரையையும், பின்னர் மழை அல்லது வாய்க்கால் நீரின் மூலமாக நீர்நிலைகளையும் அடைகின்றன. சுமார் 10 முதல் 20 நாள்களில் முட்டைக்குள் மிராசிடியம் (miracidium) எனும் குஞ்சு வளர்ந்து வெளியேறுகின்றது. இது நீரில் சுமார் 6 மணி முதல் 10 மணி நேரம் நீந்தி அதன் இடையூட்டுயிரான நன்னீர் நத்தைகளின் உடல் திசுவைத் துளைத்து உள்ளே செல்கின்றது. ஒவ்வொரு வகை ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுவும் குறிப்பிட்ட நன்னீர் நத்தைகளை மட்டுமே இடையூட்டுயிராகக் கொள்கின்றது. முக்கியமாக இண்டோப்பிளானர்பிஸ் எக்சஸ்ட்டஸ் (*indoplanorbis exustus*) எனும் நன்னீர் நத்தைகள் பலவகையான ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்களின் இடையூட்டுயிர்களாகச் செயல்படுகின்றன. லிம்னியா லூட்டியோலா (*lymnaea luteola*), கைராலஸ் (gyraulus sp.) போன்ற நன்னீர் நத்தைகள் சிலவகை ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்களின இடையூட்டுயிர்களாகவும் செயல்படுகின்றன. நத்தையின் உடலினுள் சென்ற ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் மிராசிடியம், ஸ்ப்போரோசிஸ்ட் (sporocyst) எனும் அடுத்த பருவத்தையடைந்து, பின்னர் பல ரீடியாப் பருவங்களை (redia) அடைகின்றன. ஒவ்வொரு ரீடியாவினுள்ளும் பல சர்க்கேரியாக்கள் (cercaria) உற்பத்தியாகி நத்தையின் திசுவினுள் வளர்கின்றன.

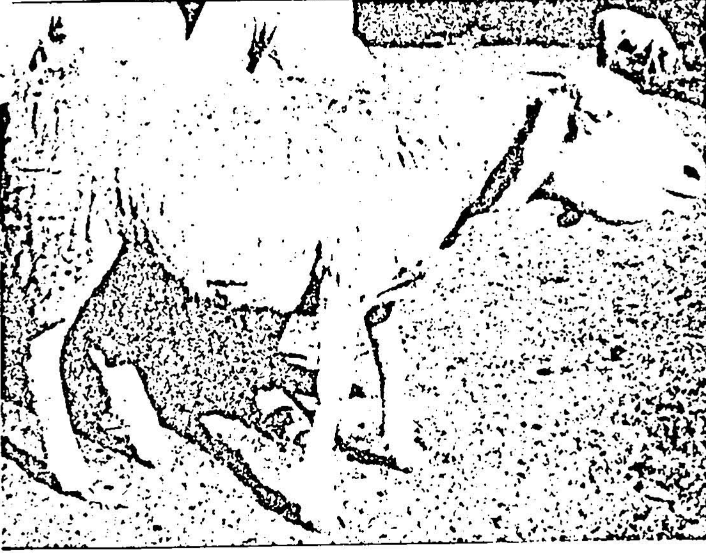
எனவே ஒரு முட்டையிலிருந்து வெளியான ஒரு மிராசிடியம் நத்தைக்குள் சென்று சுமார் ஒருமாத காலத்தில் பல மாற்றங்களுக்கும் வளர்ச்சிக்கும் பின்னர் பலநூறு சர்க்கேரியாக்களாக பெருகி நத்தையிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. இந்த சர்க்கேரியாக்கள் நீரில் நீந்தி அங்குள்ள புற்பூண்டுகளின் இலைகளில் ஒட்டி மெட்டாசர்க்கேரியாக்களாக (metacercaria) மாறுகின்றன. மெட்டாசர்க்கேரியாக்கள் புற்களின் மேல் கடுகளவில் கரும் புள்ளிகளாகக் காணப்படுகின்றன. நீரின் மட்டம் குறையும்போது அங்கு செழிப்பாக வளர்ந்துள்ள, மெட்டாசர்க்கேரியாக்களைக் கொண்ட புல்பூண்டுகளை, ஆடு மாடுகள் ஆர்வத்துடன் அதிக அளவில் மேய்கின்றன. புற்களுடன் அநேக மெட்டாசர்க்கேரியாக்களும் விழுங்கப்பட்டு, ஆடுமாடுகளின் வயிற்றிலும், சிறுகுடலின் ஆரம்பப் பகுதியிலும் இளம் ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்களாக வெளிவருகின்றன. இவ்விளம் புழுக்கள் குடல் திசுவை ஊடுருவிச் சென்று குடல் சுரப்பிகளைச் சேதப்படுத்தி 6 முதல் 8 வாரங்கள் வரை வளர்கின்றன. பின்னர், குடல் சுவரை விட்டு வெளியேறி முன்னோக்கிச் சென்று இரைப்பையில் அசைவயிற்றுப் பகுதியை அடைந்து அங்கு முழுவளர்ச்சி அடைகின்றன.

நோய்த் தாக்குதல். இப்புழுக்களின் வாழ்க்கை வட்டத்தில் அவை இளம் புழுக்களாகச் சிறுகுடலைத் தாக்கும்போதுதான் ஆம்ஃபிஸ்ட்டோமியாசிஸ் (Intestinal Amphistomiasis) எனும் நோயை உண்டாக்குகின்றன. பருவமழை பெய்து ஏரி, குளம், வாய்க்கால் முதலியவை நிரம்பி நன்னீர் நத்தைகள் பெருகும் காலங்களைத் தொடர்ந்து அவை தாக்கப்பட்டு, அதிக எண்ணிக்கையான சர்க்கேரியாக்கள் வெளியேறிப் பெருமளவு மெட்டாசர்க்கேரியாக்கள் ஆடு மாடுகளால் உட்கொள்ளப்பட்டு, அவை ஆம்ஃபிஸ்ட்டோமியோஸிஸ் நோயால் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. மேலும் நீர் நிறைந்த நீர்நிலைகளின் அருகில் மேய்ச்சலுக்குச் செல்லும் ஆடு மாடுகளுக்கு ஆண்டு முழுதும் இந்நோய் ஏற்பட வாய்ப்புகள் இருக்கின்றன. சாதாரணமாக 40 முதல் 90 விழுக்காடு ஆடுமாடுகள் பாதிக்கப்பட்டு அவற்றில் 80 முதல் 90 விழுக்காடு மரணம் அடையக் கூடும். செம்மறி ஆடுகள் அதிக எண்ணிக்கையில் மந்தைகளாக வளர்க்கப்படுவதால் அதிக அளவு அவை பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே இதனால் பெருத்த சேதம் உண்டாகின்றது.

நோயின் அறிகுறிகள். பாதிக்கப்பட்ட ஆடு மாடுகளில் கீழ்த்தாடை வீக்கம் ஏற்பட்டுச் சில சமயங்களில் தலை, கழுத்துப்பாகம் (அலைதாடி), முன்கால்கள் வரை வீக்கம் பரவுவதும் உண்டு. குடல் பாதிப்பினால், அஜீரணம், கழிச்சல், பசியின்மை, இரத்தச் சோகை ஆகியவை உண்டாகின்றன. நாளடைவில் உடல் மெலிவு ஏற்பட்டு எடை குறைந்து தள்ளாடி நடக்கின்றன. தக்க சிகிச்சை பெறாத கால்நடைகள் எழுந்து நிற்கத் திராணியற்றுப் படுத்தநிலையில் சில நாள்களில் இறக்கின்றன.

தீவிரமாக நோயுற்றவை (acute cases) 2 முதல் 4 நாள்களில் இறக்கின்றன. மற்றவை அதிதீவிர நோயாலும், நாட்பட்டும் இறக்கும் (subacute and chronic cases). இவை 1 முதல் 3 மாதங்கள் வரை நோயால் அவதியுற்றுப் பிறகு இறக்கின்றன. இவற்றில் சில பிழைத்தாலும் உடல் நலிவுடன் காணப்படுகின்றன.

நோயறிதல். நோயுற்ற கழிச்சலுள்ள ஆடுகளின்



ஆம்பிஸ்ட்டோம் குடல்புழு நோயால் பாதிக்கப் பட்ட செம்மறி ஆடு

சாணத்தை நீரில் கரைத்துப் பிறகு மேல் நீரை எடுத்துவிட்டு அடியிலுள்ள பாகத்தைத் தட்டுகளில் வைத்து வெளிச்சத்தில் அல்லது சிறிது சிறிதாக உருப் பெருக்கியில் ஆய்வு செய்தால் இளம் ஆம்ஃபிஸ்ட் டோம் புழுக்கள் இருப்பது தெரியவரும். ஆடுகளின் சாணத்தை உருப்பெருக்கியில் ஆராய்ந்து அதிக ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் முட்டைகள் காணப்பட்டால் ஆமஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்களின் பாதிப்பு இருப்பதை அறியலாம்.

இறந்த ஆடுகளை அறுத்து ஆய்வு செய்து பார்த் தும் ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் குடல் புழு நோய் இருப் பதை அறுதியிட்டுக் கூற முடியும். உடலில் கொழுப் புச் சத்துக் குறைந்து வயிறு மற்றும் மார்பில் நீர் சேர்ந்திருக்கும். அபோமேசம் (abomasum), சிறுகுடல் ஆகியவற்றின் மெல்லிய திசுக்கள் சிவந்து, வீங்கிக் காணப்படும். இளம் ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுக்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் குடல் திசுவைப் பற்றிக் கொண்டிருப்பதும் தெரியவரும்.

சிகிச்சை. கால்நடை உதவி மருத்துவரை அணுகி அவர் அறிவுரையுடன், நோயுற்ற கால்நடைகளைப் பிரித்துத் தனியாகக் கொட்டகையில் நிறுத்திக் கவனத்துடன் சிகிச்சையளிக்க வேண்டும். ஹெக்ஸா குளோரோஃபீன் அல்லது நைக்லோசமைட்டு மருந் துகளை அளிக்க வேண்டும். தேவையெனில் இம் மருந்தினை இரண்டாவதுமுறை அளிக்கலாம். பாதிக் கப்பட்ட கால்நடைகள் விரைவில் நலம் பெற ஈரல் சாறு, பெலாமில் ஆகிய மருந்துகளை அளிக்க வேண் டும். கழிச்சலுள்ள கால்நடைகளுக்கு அரிசிக் குறு நொய்க் கஞ்சியை உணவாக அளிக்க வேண்டும். கழிச்சல் நின்றபின் படிப்படியாக வழக்கமான தீவனத்தை அளிக்கலாம்.

தடுப்புமுறை. ஓரிரண்டு ஆடு மாடுகள் நோயுற்றி ருக்கும்போது அம்மந்தையில் நோய் காணாத மற்ற ஆடு மாடுகளுக்கும் அறிகுறி தோன்றாத நிலையில் நோயுற்றிருக்க வாய்ப்பு இருப்பதால் அவைகளுக்கும் சிகிச்சை அளிப்பது மிக அவசியம்.

ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் நன்னீர் நத்தைகள் மூலம் ஆடு மாடுகளுக்குப்பரவுவதால் கீழே குறிப்பிட்டுள்ள நத்தை ஒழிப்பு முறைகளைக் கையாள்வதன் மூலம் இந்நோயைப் பெருமளவு தவிர்க்கலாம்.

நத்தை ஒழிப்பு முறைகள். நத்தைகளுக்கு உறை விடமாகவும் உணவாகவும் விளங்கும் நீரிலுள்ள புற்பூண்டுகளை அகற்ற வேண்டும். சிறிய குளம் போன்ற நீர்நிலைகளில் வாழும் நத்தைகளை அப்புறப்படுத்தலாம். வாத்துகள், நத்தைகளை உட்கொள்வதால் அவைகளை நீர்நிலைகளில் விட்டு நத்தைகளை ஒழிக்கலாம். நத்தையின் முட்டை களை உட்கொள்ளும் கௌராமி, கப்பீஸ் கம் பூசியா முதலிய மீன்களை வளர்க்கலாம்.

நஞ்சுண்டான், சிகைக்காய், புங்கன் பழங்கள் நத்தைகளை அழிக்கும் தன்மை உள்ளவை. எனவே இம்மரங்களை நீர்நிலைகளின் கரைகளில் நடுவதால் அப்பழங்கள் தாமாக நீரில் விழுந்து நத்தைகளை அழிக்க உதவியாக இருக்கும்,

நத்தை ஒழிப்பு மருந்துகளில் ஏதேனும் ஒன்றைத் தேவையான அளவு குளம், குட்டைகளில் கலப்ப தால் அவற்றை ஒழிக்கலாம். அவற்றில் மயில் துத்தம், சோடியம் பென்ட்டாகுளோரோஃபீனேட்டு, பேலுசைட்டு என்பவை முக்கியமானவையாகும்.

பருவ மழையைத் தொடர்ந்து பெரும்பாலான ஆடு மாடுகள் இந்நோயால் பாதிக்கப்படுவதால் ஒவ்வொரு வருடமும் மழைக்கு முன்னரும் ஆவணி மாதம்) பின்னரும் (தை மாதம) இருமுறை முன் னெச்சரிக்கையாக அவற்றிற்குச் சிகிச்சையளித்து நோய் வராமல் தடுக்கலாம்.

ஆடு மாடுகள் நத்தைகள் வாழும் நீர் நிலைகளுக்குச் செல்லவிடாமல் வேலியமைக்கலாம். கிணற்று நீரைத் தொட்டிகள்மூலம்ஆடுமாடுகளுக்குக் காட்டலாம்.

ஆம்ஃபிஸ்ட்டோம் புழுவின் இடைநிலைப் பரு வங்கள் வளரத் தேவையான நன்னீர் நத்தைகளை ஒழித்து அவற்றால் புழுக்களின் வாழ்க்கை வட்டம் முற்றுப் பெறாமல் செய்வது இந்நோயினைத்தடுப் பதற்கான முக்கியமான நடவடிக்கையாகும்.

சி. எம். லலிதா; ர. ஆனந்தன்

ஆம்ஃபோட்டரிசின்-பி

இவ்வகைக் காளான் கொல்லிகள் ஸ்ட்ரெப்ட்டோமைசில் நோடோசஸ் (*Streptomyceis nodosus*) என்ற மண்காளான், நொதிக்கும்போது உருவாகின்றன. ஆம்ஃபோட்டரிசின் – பி இன் (amphotericin – B) காளான் கொல்லித் தன்மை அமிலத் தன்மையில் குறைகிறது. இது ஹிஸ்ட்டோபிளாஸ்மா (histoplasma), கிரிப்ட்டோகாக்கசு (cryptococcus), கேண்டிடா (candida), பிளாஸ்ட்டோமைக்கோசிஸ் (blastomycocysis) முதலிய காளான்களுக்கு எதிராக வலிமையுடன் செயல்படுகிறது. காளான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும், அவற்றின் உணர்திறனைப் (sensitivity) பொறுத்தும், காளான் கொல்லியாகவும், காளான் எதிர்ப்பியாகவும் விளங்குகிறது. காளான் சுவர்ப்படலத்தில் இணைந்து, துளையை விரிவுபடுத்திக் காளானைச் செயலற்றதாக்குகிறது. இது குடல்வழியாக உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுவதில்லையா தலால் சிரைவழி ஏற்றமாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. காப்புப் பிறழ்வு, வலி, வலிப்பு, காய்ச்சல், தலைவலி, சிறுநீரக இயக்கக் குறைவு முதலிய விரும்பத்தகா விளைவுகள் ஏற்படக் கூடும். இம்மருந்து காளான் நோய்களுக்கு எதிராக ஒரு வலிவான மருந்தாக விளங்குகிறது. இம்மருந்தை உலகெங்கும் பேரளவில் பரவலாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். தோலில் பரவும் காளான் நோய்களுக்குக் களிம்பு வடிவிலும் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சா. ச.

நூலோதி

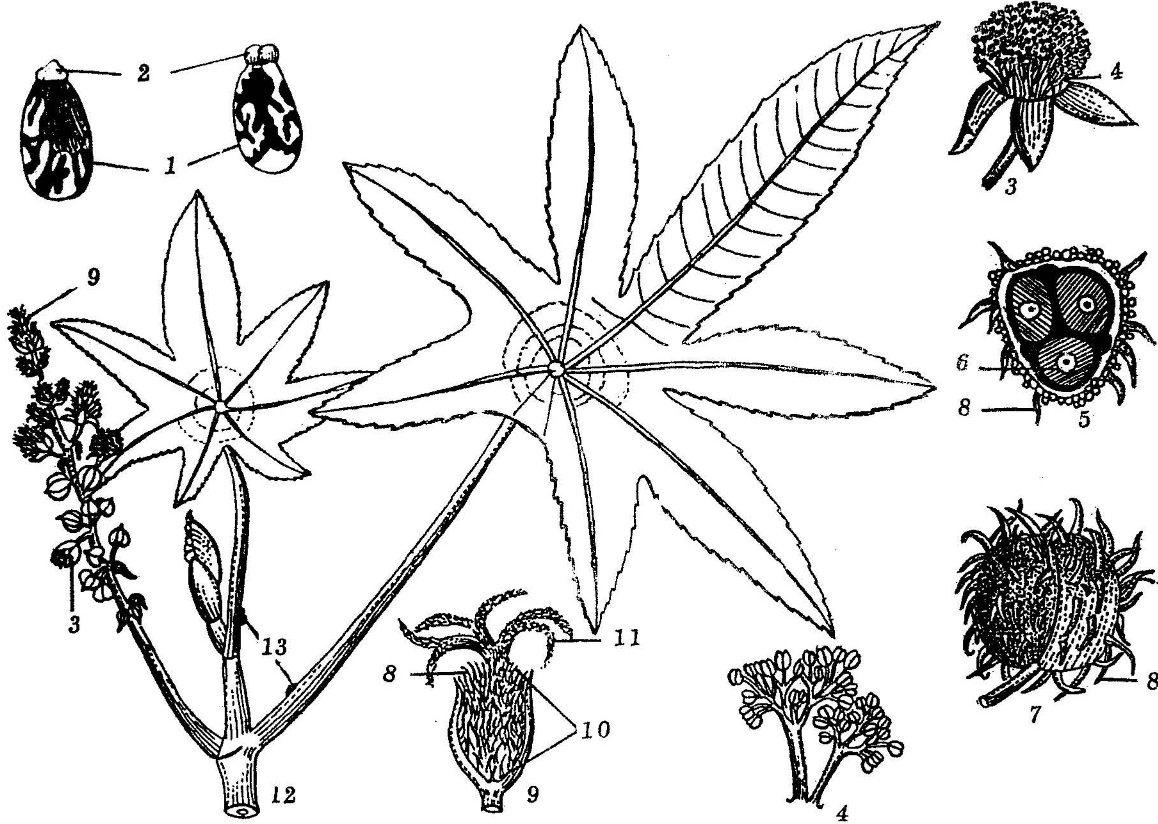
Goodman & Gillman, The Pharmaecological Basis of Therapeutics, 1980.

ஆமணக்கு

ஆமணக்கு யூஃபோர்பியேசி (euphorbiaceae) என்ற ஒருபூவிதழ் வட்டத்தையுடைய (monochlamydeous) இருவிதையிலைக் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. ஏறக்குறைய இந்தியா முழுதும் பரவிக் காணப்படுகிறது. இதன் தாயகம் வெப்ப மண்டல ஆப்பிரிக்கா என்று கருதப்படுகிறது. வடமொழி இலக்கியச் சான்றுகளின் அடிப்படையில் இதற்கு இந்தியாவும் தாயகமாக இருக்கக்கூடும் என்று தெரிகிறது. எப்படியிருந்தபோதிலும் இந்த இரு நாடுகளிலும் ஆமணக்கு தொன்று தொட்டுப் பயிராக்கப்பட்டு வருகின்றது. விதையிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெய்க்காக இது பயிரிடப்படுகிறது. தமிழில் ஆமணக்கு, சிற்றாமணக்கு, கொட்டை முத்து என்று பலவாறாக அழைக்கப்படும். தாவரவியலில் ரிசினுஸ் கொம்முனிஸ் (*Ricinus communis Linn.*) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள். ஆமணக்கு, சுமார் 6 மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடிய மிருதுவான தண்டுப் பகுதியைப் பெற்றுள்ள ஒரு புதர்ச்செடியாகும். இளந்தண்டுகள் குழல்போன்றும் (fistular) கேசங்கள் அற்றுச் சாம்பல் கலந்த பசுமை நிறத்துடனும் காணப்படும். இலைகள் பசுமையானவை அல்லது சிவப்புக் கலந்த பசுமையானவை; 30 முதல் 60 செ.மீ. விட்டம் உடையனவ; 5 முதல் 11 பிளவுகளுடன் கைவடிவத்தில் (palmately lobed) அமைந்திருக்கும். விளிம்புகள் பற்கள் போன்றிருக்கும். இலைக் காம்புகள் நீண்டு, அதன் அடிப்பாகத்தில் சுரப்பிகளைப் (glands) பெற்றிருக்கும். மலர்கள் ஒருபாலானவை. இவை 30 முதல் 60 செ.மீ நீளமுள்ள ஸ்பைக் (spike) அல்லது பானிக்குலேட் ரெசீம் (paniculate raceme) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும். மஞ்சரியின் மேல் பகுதியில் தொகுப்பாக ஆண் மலர்களும், கீழ்ப்பகுதியில் பெண் மலர்களும் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை; இவை கிளைத்துக் காணப்படும். சூற்பை மூன்று அறைகளைக் கொண்டிருக்கும்; ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு சூல் அச்சுசூலமைவுடன் (axile placentation) காணப்படும் .தனிவகையான உறைக்கனியாகும்; இது இரு நிலைகளில் வெடிக்கக்கூடிய உலர் வெடிகனியாகும் இதன் உறை முட்கள் போன்ற வளரிகளைப் (outgrowths) பெற்றிருக்கும். விதைகள் வண்டு போன்று நீள்சதுர வடிவானவை (oblong); விதை உறை ஓடு போன்று கெட்டியானது. வழவழப்பானது, பளபளப்பானது; இது வெவ்வேறு வடிவத்தில் கருமை, வெண்மை நிறக் குறிகளைப் பெற்றிருக்கும். இதன் ஒரு நுனியில் முடிச்சுப் போன்ற வெண்மையான அமைப்பு ஒன்று (caruncle) உண்டு. முளை சூழ்சதை (endorsperm) சதைப்பற்றுள்ளது. விதையிலைகள் (cotyledons) பெரியவை.

பயிரிடும் முறை. ஆமணக்குத் தாவரத்தில் பல சிற்றினங்களும் (species) பலவகைகளும் (varieties) காணப்படுகின்றன. இருப்பினும் பயிரிட இருவகை மட்டும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் ஒருவகை பெரிய விதைகளை உடையவை, மற்றொரு வகை சிறிய விதைகளை உடையவை. பெரிய விதைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய், தரம் மிகுந்து காணப்படுகிறது. ஆமணக்கு தமிழ் நாட்டில் தருமபுரி மாவட்டத்தில் அதிகப் பரப்பளவில் பயிரிடப்படுகின்றது. கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 200 மீ. உயரப் பகுதிகளிலும் பயிரிடப்படுகின்றது. சுமார் 850 மீ. உயரப் பகுதிகளில் பல ஆண்டுகள் வளரக்கூடிய ஆமணக்கு, பயிரிடப்படுகின்றது. ஆமணக்குத் தாவரம் வறட்சியான நிலைகளையும், மழை, வெள்ளம் போன்ற சூழ்நிலைகளையும் தாங்கும் தன்மையுடையது. ஆமணக்கு, பொதுவாக மணற்பாங்கான பகுதிகளிலும், களிமண் செம்மண் நிலத்திலும் வளரக்கூடியது. கரும்பு, இஞ்சி, மஞ்சள் போன்ற பயிர் வளரும் வரப்புகளில் (border)



ஆமணக்கு

1. விதைகளின் இரு தோற்றங்கள் 2. முடிச்சு 3. ஆண் பூ 4. சினைத்த மகரந்தத்தாள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 5. கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 6. விதை 7. கனியின் முழுத்தோற்றம் 8. கனி உறையின் முள் போன்ற வளரிகள் 9. பெண் பூ 10. சூற்பை 11. சூலகமுடி 12. மிலார் 13. சுரப்பிகள்.

ஊடுபயிராகப் பயிரிடப்படுகின்றது. 5 அல்லது 8 மாதங்களில் விதைகள் அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. சூன், சூலை மாதங்களில் விதைகள் ஒன்று இரண்டு மீட்டர் இடைவெளிகளில் விதைக்கப்படுகின்றன. வேதியியல் உரங்கள், தொழு உரங்கள், பிண்ணாக்கு ஆகியவை இதற்குச் சிறந்த உரங்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

ஆமணக்கு நோய்கள். **ஃபைட்டோப்த்தோரா கொலோக்கேசியே** (*Phytapthora colocasiae*) என்ற பூஞ்சையால் பிளைட் (blight) என்ற நோய் நாற்றுகளையும் வளர்ச்சியடைந்த செடிகளையும் தாக்குகின்றது. **ஆல்ட்டர்னேரியா ரிசினி** (*Alternaria ricini*) என்ற பூஞ்சை செடியின் எல்லாப் பாகத்தையும் அழிக்கின்றது. **மெலாம்ப்சோரா ரிசினி** (*Melampsora ricini*) என்ற இலைத்துரு நோய் (leaf rust) இலைகளைத் தாக்கிச் செடியை வாடச் செய்கின்றது. **செர்க்கோஸ்போரா ரிசிநெல்லா** (*Cercospora ricinella*) இலைப் புள்ளி நோயைத் (leaf spot disease) தோற்றுவிக்கிறது. மற்றும் சிறு சிவப்புப் பூச்சிகளும் (red mite) வண்டுகளும் (beetles) ஆமணக்குச் செடிக்குச் சேதம் விளைவிக்கின்றன. போர்டோ கலவை (bordeaux mixture), பாரத்தியான் (parathion), மாலாத்தியான் (malathion), காமாக்சேன் (gammaxane) ஆகிய வற்றைத் தெளிப்பதால் பயிரைக் காப்பாற்றலாம்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. உலகில் ஆமணக்கு விதை விளைச்சலில் இந்தியா இரண்டாம் இடத்தைப் பெறுகின்றது. ஆமணக்கு எண்ணெய் சமையலுக்கும் எரிப்பதற்கும், பேதி மருந்திற்கும் பயன்படுகின்றது. தொழிற்சாலைகளில் இது உயவுப் பொருளிலும் (lubricant) சோப்புத் தயாரிப்பிலும், நீர்நீக்கப்பட்ட ஆமணக்கு எண்ணெய் (dehydrated castor oil) வண்ணத் தொழிற்சாலைகளிலும், ஹைட்ரஜ... ஏற்றப்பட்ட ஆமணக்கு எண்ணெய் நெகிழித் தொழிலிலும் (plastics industry) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வேதியியல் அடிப்படையில் பக்குவப்படுத்தப்பட்ட எண்ணெய் ஏறக்குறைய 200 பொருள்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தோல் பதனிடுதலிலும், தோல் சாமான்களைப் பாதுகாப்ப

திலும், மிருதுவாக்குவதிலும் இதன் எண்ணெய் பயன்படுகின்றது. ஆமணக்குப் பிண்ணாக்கு எருவாகப் பயன்படுகின்றது. நொதிகள் (enzymes), ஈஸ்டுகள் (yeasts), பாக்டீரியா ஆகிய வற்றினால் பக்குவப்படுத்தப்பட்ட எண்ணெய் ஊட்டச்சத்தை அதிகம் கொண்டிருப்பதால் சாப்பிடுவதற்கு உகந்ததாகும். பட்டுப்பூச்சி களுக்கு இலைகள் உணவாகக் கொடுக்கப்படு கின்றன. இலைத் துகள்களுக்குப் பூச்சிகளைக் கொல்லும் தன்மை உண்டு. கட்டிகள், கொப்புளங் களுக்கு ஒற்றடம் கொடுப்பதற்கு இலைகள் பயன் படுகின்றன. இவற்றை மார்பகங்களில் வைத்துக் கட்டினால் பால் சுரக்கும் என்று கூறப்படுகின்றது. ஆமணக்கு நாற்றில் லிப்டேஸ் (lipase), அமைலேஸ் (amylase), இன்வர்ட்டேஸ் (invertase), மால்ட்டேஸ் (maltase) போன்ற நொதிகள் இருப்பதாகத் தெரி விக்கப்பட்டுள்ளது. முளைக்கும் விதைகளில் கேட்ட லேஸ் (catalase), பெராக்சிடேஸ் (peroxidase), ரிடக்ட் டேஸ் (reductase) போன்ற நொதிகள் இருப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. புதிதாக எடுக்கப்பட்ட இலையின்சாறு நச்சுவிளைவுகளை அகற்றுவதற்கும், மஞ்சள்காமாலையைக் (jaundice) குணப்படுத்து வதற்கும் பயன்படும் என்று கூறப்படுகின்றது. வேரிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற சாறு இடுப்புவலிக்கு (lumbago) மருந்தாகும். வேரை அரைத்துப் பசை யாக்கிப் பல்வலிக்குக் கொடுக்கலாம். வேரின் பட்டை சக்தி வாய்ந்த பேதி மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது. ஆமணக்கு விதை பசையாக்கப்பட்டு முடக்குவாதத் திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வறுக்கப்பட்ட விதைகள் தமிழ்நாட்டில் கால்நடை மருத்துவத்தில் பயன்படுகின்றன.

மா. பாலதண்டாயுதபாணி

நூலோதி

1. Gamble, J. S., Fl. Pres. Madras, Vol. II, Adlard & Son, Ltd., London, 1925.
2. The Wealth of India, CSIR., Publication, New Delhi, 1984.

ஆமணக்கு (சித்தமருத்துவம்)

ஆமணக்கின் இலை, வேர், விதை, நெய் ஆகியவை சித்த மருத்துவத்தில் பல வழிகளில் பயன்படுகின்றன.

இலை. சிற்றாமணக்கின் இலையையும், கீழா நெல்லி இலையையும் ஒரே அளவு எடுத்து, அரைத்து எலுமிச்சங்காய் அளவு மூன்று நாள் காலையில் மட்டும் கொடுத்து, நான்காம் நாள் மூன்று அல்லது நான்கு முறை வயிறு போவதற்குரிய அளவு சிவதைப் பொடி கொடுக்கக் காமாலை குணமாகும். இலை களைச் சிறுக நறுக்கிச் சிற்றாமணக்கு நெய்விட்டு வதக்கிச் சூட்டுடன், வலியுடன் கூடிய கீல்வாய்வு களுக்கும், வீக்கங்களுக்கும் ஒற்றடம் கொடுக்கலாம். ஆமணக்கின் இலையைச் சிற்றாமணக்கு எண்ணெய் தடவி, அனலில் வாட்டி மார்பில் வைத்துக் கட்டி னால் பால் பெருகும். ஆமணக்கின் இலையை விளக்கெண்ணெய் தடவி அனலில் வதக்கிக் கட்டி களில் வைத்துக் கட்ட அவை பழுத்து உடையும்.

வேர். ஆமணக்கின் வேரைக் குடிநீர் செய்து அதில் சிறிது பூநீறு சேர்த்து மூன்று அல்லது ஐந்து நாள்களுக்குக் காலை, மாலை ஆகிய இரு நேரங் களில் உட்கொண்டால் பக்கச்சூலை குணமாகும். வளிக் குற்றத்தைத் தன்னிலைப்படுத்தச் செய்யும் குடிநீர்களிலும், தைலங்களிலும் ஆமணக்கின் வேரைச் சேர்ப்பது வழக்கம்.

விதை. ஆமணக்கின் விதையை மேல்தோல் நீக்கிக் காரசாரம் வைத்துத் துவையல் செய்து கழற்சிக் காயளவு கொடுத்தால் மலச் சிக்கல் நீங்கும். விதையை ஓடு நீக்கி அரைத்துக் கட்டிகளின் மேல் பற்றிட அவை பழுத்து உடையும், கன்று ஈனாத எருமைப் பாலில் ஆமணக்கின் பருப்பை இழைத்துக் கண்களில் தீட்டினால் மறுநாள் பீளை சாகும். பின்னர்க் கண்கள் மிகவும் தூய்மையாக இருக்கும்.

எண்ணெய். ஆமணக்கின் விதையிலிருந்து நெய் இருவகையாக எடுக்கப்படும். அவை பச்சை எண்ணெய், ஊற்றின எண்ணெய் என்பனவாகும்.

பச்சை எண்ணெய். ஆமணக்கு விதைகளை உலர்த்தி ஓடுகளை நீக்கி, எந்திரத்தின் மூலமாய்ப் பருப்புகளை அழுத்திப் பிழியும் எண்ணெய், பச்சை எண்ணெய் எனப்படும்.

ஊற்றின எண்ணெய். ஓர் அகன்ற பாத்திரத்தில் நான்கு பங்கு நீர் விட்டு, அதில் ஆமணக்குப் பருப்பு களை இடித்து, ஒரு பங்கு சேர்த்து, தீயில் எரிக்க நெய் கக்கி நீரின்மீது மிதக்கும். இதை அகப்பையால் எடுத்து, வேறு பாத்திரத்தில் சேர்த்து, அதில் கலந் துள்ள நீரை, அனலில் வைத்துப் போக்கும் முறையே ஊற்றின எண்ணெய் எனப்படும். இதில் நீருக்குப் பதிலாக, இளநீர் சேர்த்துக் காய்ச்சி எடுக்கும் எண்ணெய் குற்றமற்றதும், உடலுக்கு மிகுந்த நன்மை பயப்பதுமாகும்.

இதைக் கைக்குழந்தை, இளவயதுடையவர், சூல் கொண்டவர், பிள்ளை பெற்றவர், சீதக்குருதிப் பேதியால் வருந்துபவர் முதலானோர்க்கு அச்சமின்றி வயிறு கழியக் கொடுக்கலாம். தற்போது இம்முறை வழக்கொழிந்து வருகிறது. மலக்கட்டு உள்ளவர்கள் ஆமணக்கெண்ணெயை மலவாயின் உட்புறத்தில் தடவ மலம் இளகி வெளிப்படும். வயிற்று வலி யினால் அவதியுறும் குழந்தைகளுக்கு அடிவயிற்றி லும், பெரியவர்களுக்கு தொப்புளைச் சுற்றிலும் ஆமணக்கெண்ணெயைத் தடவி, ஒற்றடம் இட

வயிற்று வலி குறைந்து, மலம் வெளிப்படும். உடம்பில் மேல்தோல் உராய்ந்து, எரிச்சல் ஏற்பட்டால் அவ்விடத்தில் விளக்கெண்ணையைத் தடவ எரிச்சல் நீங்கி, முன்பிருந்த நிலையை அடையும். கண்கள் மருந்துகளின் வேகத்தாலும் தூசுகள் விழுவதாலும் அருகிச் சிவந்தால் ஆமணக்கெண்ணெயும், தாய்ப்பாலும் சேர்த்துக் குழைத்துக் கண்ணிலிடச் சிவப்பு மாறிக் குணமாகும். முலைக்காம்பு, புண், வெடிப்பு இவற்றிற்கு இதைத் தடவி வரலாம். முக்கூட்டு நெய்யில் இதுவும் ஒன்று. பலவகையான உள், வெளிப் பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் எண்ணெய் முறைகளில் ஆமணக்கெண்ணெய் சேர்க்கப்படுகிறது.

சே. பிரேமா

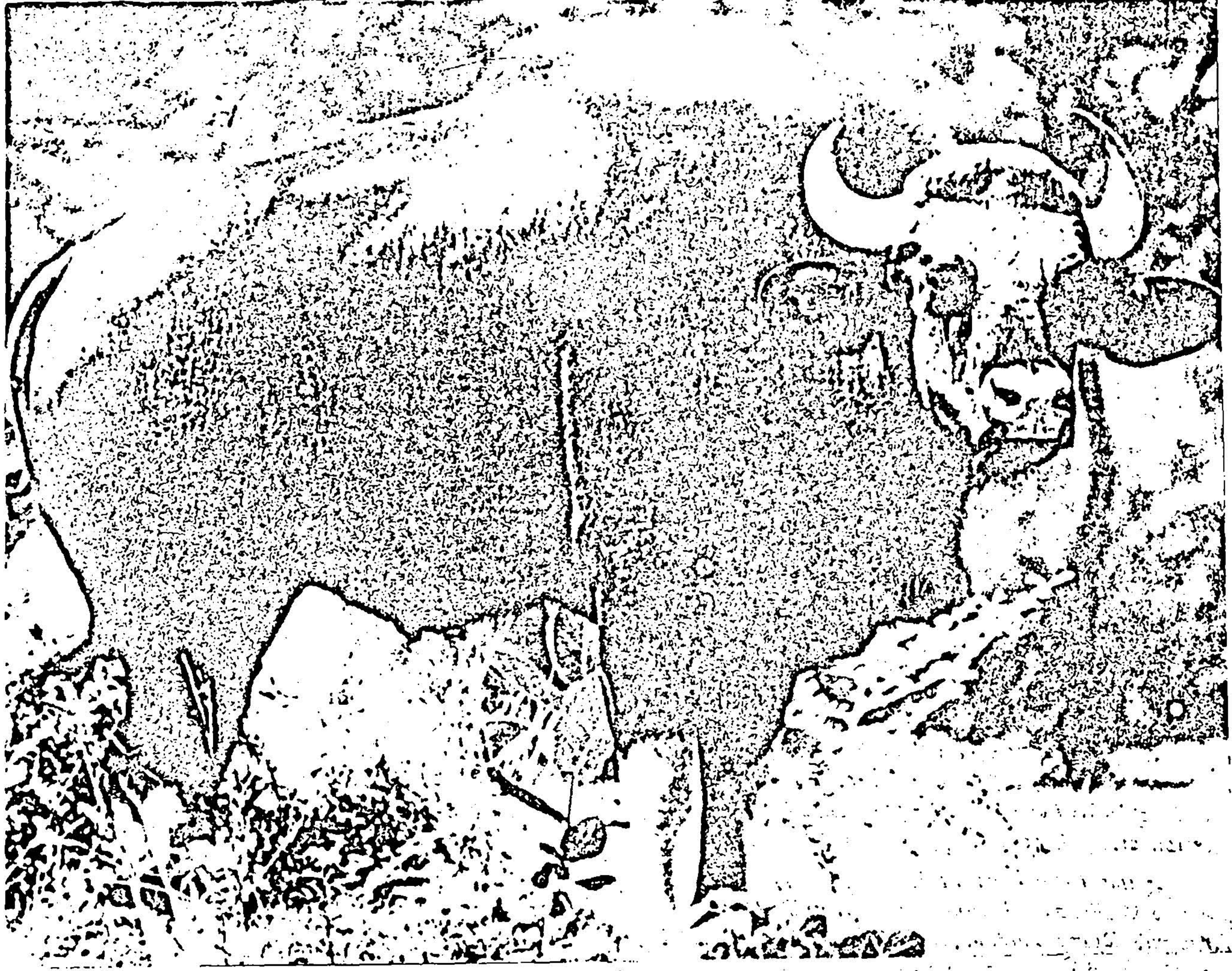
ஆமா

காட்டெருமை என்ற பொதுச்சொல் தென்னிந்தியாவில் அதிகமாகக் காணப்படும் பாஸ் கௌரஸ் (*Bos gaurus*) என்ற விலங்கையும் வட இந்தியாவில் அதிகமாகக் காணப்படும் புபாலஸ் புபாலஸ் (*Bubolus bubalus*, Buffalo) என்ற விலங்கையும் குறிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. எனவே காட்டெருமை என்ற சொல் இங்கு தவிர்க்கப்படுகிறது. கவுர் என்பது இந்தி மொழிச் சொல். எனவே சங்க இலக்கியங்களில் இவ்விலங்கைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆமா என்ற சொல்லே இங்கும் எடுத்தாளப்படுகிறது

ஆமா (The gaur or Indian bison) சில காலங்களில் மேய்ச்சல் நிலங்களை நாடிக் கீழிறங்கி வந்தாலும் பொதுவாக மலைகளில் கூட்டமாக வாழும். காடுகளடர்ந்த மலைப் பகுதிகளில் 1830 மீட்டர் உயரம் வரை மேலே சென்று வாழ்கின்றன. இந்தியாவின் தெற்கில் தமிழகத்தின் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் (மலையடிவாரக் காடுகளில்) தொடங்கி வடக்கே செல்லச் செல்லக் கிழக்குப் பகுதிகளில் மட்டும் வாழ்கின்றன. நருமதை, தபதி, நதித்தீரங்களிலுள்ள அடர்ந்த கானகங்களிலும், மத்திய இந்தியாவில் சாத்பூரா மலைகளின் மூங்கிற் காடுகளிலும் ஆமாக்கள் உள்ளன. தமிழ்நாட்டில் பழநி, திண்டுக்கல், சாந்தமங்கலம் ஆகிய இடங்களுக்கருகிலுள்ள மலைக்காடுகளிலும், சேலத்தையடுத்த சேர்வராயன் மலைகளிலும் வாழ்கின்றன. இவ்விலங்குகள் பொதுவாகத் தோள் மட்டத்தில் ஐந்திலிருந்து ஆறடி உயரம் வரை உள்ளவை. இவற்றின் பெரிய தலையும் தாழ்ந்த குட்டையான திண்ணிய கால்களும், உடலும், தோள் பகுதியிலிருந்து மேலெழுந்து நடுமுதுகு வரை நீண்டு திரண்டு, பின் சரிந்து காணப்படும் திமில் போன்ற தசை அமைப்பும் குறிப்பிடத்தக்கன. புதிதாகப் பிறந்த கன்று பொன் மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். பின்னர், கன்று வளரும்போது இந்நிறம் இளமஞ்சள், காவி, இளம்பழுப்பு நிறங்களாக மாறி, நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த நிலையில் செம்பழுப்பு நிறம் பெறுகிறது. முழு வளர்ச்சியுற்ற ஆமாவின் தோல் கருப்பாகவும் மயிரின்றியும், நெற்றிப் பகுதி சாம்பல் நிறத்திலும் கால்களின் கீழ்ப் பகுதிகள் மஞ்சள் அல்லது வெண்ணிறத்திலும் காணப்படும். கண்கள் பழுப்பு நிறத்தனவாயினும், சில வேளைகளில் ஒளி எதிர்பலிப்பின் காரணமாக நீலநிறமாகத் தோன்றுவதுண்டு. முகம் முழுதும் அடர்ந்த, சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிற மயிர்கள் காணப்படுகின்றன: கண்களுக்குக் கீழ் மட்டும் இவை சற்றுக் கருநிறமாக உள்ளன. காதுகள் சற்றுப் பெரியவை; விசிறி வடிவுடையவை. கழுத்து, தோள், தொடைப் பகுதிகளில் தோல் அதிகத் தடிப்பாக அமைந்திருக்கும்.

பெண் விலங்கின் தலை ஆணின்தலையை விடச் சிறியது; கழுத்தும் குறுகியது, ஆணை விடப் பெண் ஆமாக்கள் உருவில் சிறியவை. மேலும் ஆணிடம் காணப்படும் திமில் இவற்றிடம் இல்லை. கால்கள் அதிக வெண்மையானவை. பொதுவாக இவற்றின் கொம்புகள் பின்னோக்கி வளைந்தும், முனைப்பகுதிகள் உள்நோக்கி வளைந்தும் காணப்படுகின்றன. கூரிய குளம்புகள் மான்களுடைய அடிச்சுவடு போன்ற அடிச்சுவட்டை உண்டுபண்ணுகின்றன. புற்கள் இவற்றின் முதன்மையான உணவாகும். இவை இலைகளையும், சில மரங்களின் பட்டைகளையும் உண்ணுவதுண்டு. தரையில் ஆங்காங்கு பலவகை உப்புகளும் கனிமப் பொருட்களும் நிறைந்த இடங்களில் விரும்பி மேய்கின்றன. காலை நேரங்களில் மேய்ச்சலுக்குச் சென்று, வெப்பமிக்க பகல் பொழுதில் மரங்களடர்ந்த பகுதிகளில் நிழலில் தங்கிவிடுகின்றன. உடல் அச்சந்தரும் தோற்றம் பெற்றிருந்தாலும் உண்மையில் இவை மிகவும் மருளும் இயல்புடையவை. ஆனால் தவிர்க்க இயலாத தருணங்களில் திருப்பித் தாக்குவதுண்டு. பெரிய உருவமும், நுண்ணிய நுகர்திறனுமே அவற்றின் தற்காப்புக்கு உதவுகின்றன. பார்வைத் திறனும் ஒலிஉணர்திறனும் சற்றுக் குறைவு. இவை ஆண்டின் எல்லாப் பருவங்களிலும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கன்று ஈனும் போது, தாய் தன் கூட்டத்தை விட்டுப் பிரிந்து கூட்டத்தினின்று சிறிது தொலைவில் தனித்து வாழ்கிறது. கன்று தன்னைப் பின் தொடர்ந்து வரக்கூடிய கட்டத்தில் மீண்டும் கூட்டத்துடன் சேர்ந்துகொள்கிறது. கன்று, பிறந்த சிறிது நேரத்திலேயே நடக்கவும் தாவிக் குதித்து ஓடவும் தொடங்குகிறது.

தமிழ்நாட்டில் முதுமலைப் புகலரணிலும், கர்நாடக மாநிலத்துப்பண்டிப்பூர் புகலரணிலும் இவை பேணப்படுகின்றன. எட்டு முதல் பன்னிரண்டு விலங்குகளாலான சிறுசிறு மந்தைகளாகக் கூடி



ஆமா

வாழ்கின்றன. பொதுவாக இனப்பெருக்கக் காலங்களைத் தவிர மற்ற காலங்களில் எல்லா வயதுடைய காளைகளும் பசுக்களும் ஒன்று கூடி வாழ்கின்றன. ஆனால் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் இளம் காளைகள் மற்ற இளங்காளைகளைத் துரத்தி விட்டு ஓர் உரிமையாட்சி எல்லையை (territory) அமைத்துக் கொள்கின்றன. இணைவிழைச்சுத் (rut) தீர்ந்த நிலையில் மந்தையின் காளைகள் மீண்டும் கூட்டத்துடன் சேர்ந்து விடுகின்றன.

ஆமா, பாலூட்டிகள் வகுப்பில் இரட்டைக் குளம்பிகளின் வரிசையில் (artiodactyla) அசைபோடுவனவற்றின் துணைவரிசையில் (ruminantia), போவிடே (bovidae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

கௌ. ஜெ.

நூலோதி

1. சுப்பையன், ப.சி., இந்திய வனவிலங்குகள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1974.

2. மகிபதி,கி., தென்னிந்தியப் பாலூட்டிகள்தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973

3. Prater, S.H., The book of Indian Animals, Bombay Natural History Society, 1980.

4. Sterndale, R.A., Natural history of the Mam-, malia of India and Ceylon, Himalayan obs New Delhi, 1982.

ஆமை

ஆமைகளின் (Turtles/Tortoises/Terrapins) உடல் தட்டையானது; அகலமானது. அது எலும்பாலான ஒரு பெட்டி போன்ற அமைப்பினுள் பாதுகாப்பாக உள்ளது.இதன் மேற்பக்கத்தில் காரப்பேசு(carapace) என்னும் மேல்தகடும், கீழ்ப்பக்கத்தில் பிளாஸ்ட்ரான் (plastron) என்னும் கீழ்த்தகடும் உள்ளன. இவ்விரண்டு தகடுகளின் இருமருங்குகளும் எலும்பு

அல்லது பிணைத்திசுவினால் (ligament) இணைக்கப் பட்டுள்ளன. நன்னீர் ஆமைகள் (terrapins) தவிர மற்றவைகளில் காரப்பேசும், பிளாஸ்ட்ரானும் தோல் தகடுகளால் (dermal plate) மூடப்பட்டுள்ளன. இந்த மேல்தோல் தகட்டினையே ஆமை ஓடு எனக் குறிப் பிடுகிறார்கள்.

ஆமைகளின் உடல் நீளத்தை ஓட்டின் முன் முனை முதல் பின்முனை வரை அளந்து குறிப்பிடு கிறோம். மிகச் சிறிய வகை ஆமை 11 செ.மீ. நீள மும் பெரிய வகை ஆமை 2 மீட்டர் நீளம் வரையும் உள்ளன. உடல் ஒரு கெட்டியான எலும்புப் பெட்ட கத்தினுள் அமைந்திருப்பதால் ஆமைகளின் உறுப் பமைப்பில் சில தனித்தன்மைகள் உள்ளன. தலை கால்கள், வால் ஆகிய உறுப்புகள் சிறியனவாகவும், ஓட்டிற்குள் இழுத்துக்கொள்ளக் கூடியனவாகவும் உள்ளன. நீளமான கழுத்தைப் பெற்றுள்ள ஆமை கள் அதனை 'S' வடிவில் மடித்துக் கொள்கின்றன. உடல் தசைகள் மென்மையாகக் காணப்படுகின்றன. ஓட்டின் ஒரு பகுதி தேய்ந்துபோனால் அல்லது உடைந்துபோனால் அப்பகுதி மீண்டும் வளர்ந்து விடுகிறது. இத்தகைய மீட்பாக்கம் (regeneration) ஓரளவே காணப்படுகிறது; கால் அல்லது வால் பகுதி களை இழந்தால் அவை மீண்டும் வளர்வதில்லை. வால் பொதுவாகச் சிறியதாகவுள்ளது. ஆனால் சில ஆமைகளுக்கு நீளமான வால் உண்டு. இவை புல் வெளிகள், சதுப்புநிலங்கள், நீர்நிலைகள், ஆறுகள், கடல் ஆகிய பல இடங்களில் வாழ்கின்றன. இவற் றின் கால்கள் வாழுமிடங்களுக்கு ஏற்ப அமைந் திருக்கின்றன. கடல் ஆமைகளின் (turtles) கால்கள் துடுப்புகள் போலவும், நன்னீர் ஆமைகளின் கால் விரலிடைச் சவ்வுகளுடனும், நில ஆமைகளின் (tortoises) கால்கள் தனித்தனி விரல்களுடனும் காணப் படுகின்றன.

ஆமைகளின் தாடைகளில் பற்களில்லை: ஆனால் தாடைகள் கடினமான கொம்பு போன்ற தகட்டி னால் மூடப்பட்டிருப்பதால் உணவை வெட்டித் தின்ன முடியும். இவற்றின் நாக்கு மென்மை யானது; அகலமானது; வெளியே நீட்ட முடி யாதது. சில ஆமைகளின் உணவுக்குழாயில் கடின மான கூம்பு நீட்சிகள் உள்ளன. இவற்றின் பொதுக் கழிவுப்பையுடன் இரண்டு மலப்புழைப் பைகள் இணைந்துள்ளன. இப்பைகளின் சுவரில் இரத்த நுண்நாளங்கள் காணப்படுவதால் இவை சுவாச உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. சில நீர் ஆமைகளை நீரைவிட்டு வெளியே எடுத்தால் அவற் றின் மலப்புழைப்பையிலுள்ள நீர் பொதுப்புழை வழியாக வெளியே பீச்சப்படுகிறது. சிலர் இந் நீரைச் சிறுநீர் (urine) எனத் தவறாக நினைப்பது உண்டு. பொதுப்புழை ஒரு நீள்வாட்டத் துளை யாகவுள்ளது.

ஆமைகளுக்கு ஓர் இணை நுரையீரல்கள் உள் ளன. அவற்றின் மேற்பக்கம் காரப்பேசின் கீழ்ப் பக்கத்துடன் பொருந்தியிருப்பதாலும், விலா எலும்பு கள் காரப்பேசுடன் அசையமுடியாமல் இணைந் துள்ளதாலும் நுரையீரல் சுருங்கி விரிவது மற்ற விலங்குகளிலிருந்து வேறுபட்டமுறையில் நடைபெறு கிறது. கால்களும் கழுத்தும் உள்ளிழுக்கப்பட்டுப் பின்னர் வெளியே நீட்டப்படுவதாலும், உணவு உட் கொள்ளப்படும் தசை அசைவுகளினாலும் நுரை யீரல் சுருங்கி விரிந்து, மூச்சு வெளிவிடுதலும் உள்ளி ழுத்தலும் நடைபெறுகின்றன. சில ஆமைகள் நீண்ட நேரம் மூச்சுவிடாமல் வாழும் தன்மையுடை யவை.

ஆண் ஆமை, மேற்பக்கத்தில் நீண்ட வரிப்பள்ள முடைய ஒரு கலவியுறுப்பைப் பெற்றுள்ளது. நீரில் வாழ்ந்தாலும், பெண் ஆமைகள் நிலத்தில்தான் முட்டையிடுகின்றன. பெண் ஆமைகள் ஒரு முறைக்கு இரண்டு முதல் இருபது முட்டைகள் வரை இடு கின்றன. சில கடலாமைகள் ஒரு தடவையில் 100 முட்டைகள் வரை இடுகின்றன. முட்டை ஓடு வெண்மையாகவும் கெட்டியான தோல் போலவும் உள்ளது. சூரிய வெப்ப ஆற்றலினால் கருவளர்ச்சி நடைபெற்றுச் சில மாதங்களில் முட்டைகள் பொரிந்து குஞ்சுகள் வெளிவருகின்றன.

உடல் வளர்ச்சி ஆண்டு முழுதும் தொடர்ச்சி யாக நடைபெறுவதில்லை. வாழ்க்கைக்கு ஒவ்வாக் காலங்களில் காலத்திற்கு ஏற்பக் கோடையுறக்கம் (aestivation) அல்லது குளிர் உறக்கம் (hibernation) கொள்ளும் வழக்கம் ஆமைகளிடையே காணப் படுகிறது. இக்காலங்களில் உடல் வளர்ச்சி குன்று கிறது. மரங்களில் காணப்படுவது போன்று இவற் றின் காரப்பேஸ் தகடுகளில் வளர்ச்சிக் கோடுகளைக் காணலாம்.

பன்றி, பூனை, நீர்நாய், நரி, கழுகு, முதலை முதலியவை ஆமைகளைப் பிடித்து உண்ணுகின்றன. மீன்கள், நண்டுகள் போன்றவை கடலாமைக் குஞ்சு களைத் தின்று அழிக்கின்றன. ஆனால் மனிதனே இவற்றின் பெரிய எதிரி, ஏனென்றால் மனிதன் இவற்றின் இறைச்சியின் சுவையில் விருப்புற்றும் ஆமையோட்டின் அழகில் ஈடுபட்டும் இவற்றைப் பெருமளவில் கொல்கிறான்.

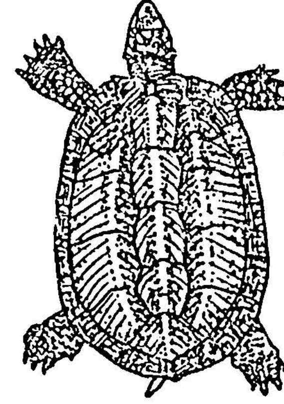
ஆமைகள் 100 ஆண்டுகளுக்கு மேல் வாழ் வனவாகவும், நிறைவுயிரி நிலையில் பிடிபட்ட ஒரு நில ஆமை 152 ஆண்டுகள் உயிருடன் இருந்ததாகவும் அறிகிறோம். ஆமை புகுந்தால் அந்த வீட்டிற்கு ஆகாது என நம் நாட்டில் கூறுவதுண்டு. ஆனால் மேலை நாட்டினர் ஆமைகளை வளர்ப்புயிரிகளாக வளர்க்கின்றனர். பின்வரும் ஆமை இனங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

டெஸ்ட்டுடோ (testudo). இந்தப் பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த நில ஆமைகள் ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா, ஐரோப்பா முதலிய நாடுகளில் வெப்பப் பகுதிகளிலும் மிதவெப்பப் பகுதிகளிலும் வாழ்கின்றன. இவை பகல்நேரங்களில் நடமாடுபவை; தாவரங்களை உணவாகக் கொள்பவை. ஆனால், சில வேளைகளில புழு பூச்சிகளையும் உண்பதுண்டு, குளிர்காலத்தில் பூமிக்கடியில் குளிர் உறக்கம் கொள்கின்றன. இவை ஏறக்குறைய நூறு ஆண்டுகள் வாழ்வதாகத் தெரிகிறது. இவற்றின் உடல் வட்டமாகக் குவிந்த மேலோட்டுடன் உள்ளது. மேல் தோல் தகடு நன்கு வளர்ச்சியுற்று அதில் பல மஞ்சள் நிறச் சதுரப்பரப்புகளும், அப்பரப்புகளில் பல கருங்கோடுகளும் காணப்படுகின்றன. கழுத்து நீளமாகவும், உள்ளிழுக்கப்படும்போது 'S' போல மடித்து வைக்கப்பட்டுமுள்ளது. கால்கள் தரையில் நடப்பதற்கேற்ப அமைந்துள்ளன; வால் நுனியில் கூர்நகங்கள் உள்ளன. நட்சத்திர ஆமை (Starred tortoise) எனப்படும் டெஸ்ட்டுடோ எலெகென்ஸ் (*Testudo elegans*) இந்திய, இலங்கைப் புல்வெளிகளில் வாழ்கிறது.



படம் 1. நட்சத்திர ஆமை

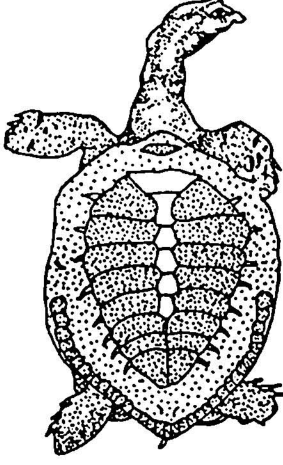
இது நீண்டகாலம் நீரின்றி வாழக்கூடியது. கோடையில், நீர்நிலைகளுக்குச் செல்கிறது. குளிர்காலத்தில். பூமிக்கடியில் குளிர் உறக்கம் மேற்கொள்கிறது. முழுவளர்ச்சியடைந்த ஆமை ஏறக்குறைய 30 செ.மீ. நீளத்திற்கு வளர்கிறது. ஆண் ஆமை பெண் ஆமையை விடச் சற்றுச் சிறியது. அதன் காரப்பேஸ் நன்கு குவிந்த அமைப்புடையது. அதற்குப்பிடரித் தகடு (nuchal plate) இல்லை. மேல்தோல் தகடுகள் நன்கு வளர்ச்சியுற்றுப் பல சதுரக் கூம்புப் பரப்புகளாகத்தோற்றமளிக்கின்றன. இவற்றில் பல மஞ்சள் ஆரக்கோடுகள் காணப்படுகின்றன. பிளாஸ்ட்ரான் உட்குவிந்துள்ளது. டெஸ்ட்டுடோ டிராவன்கோரிக்கா (*Testudo travancorica*) என்னும் சிறப்பினம் திருவனந்தபுரக் காடுகளில் வாழ்கிறது. ஜியோமைடா டிரைஜுகா (*Geomyda trijuga*) தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் நன்னீர் ஆமை. இதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ற நாட்டு ஆமைகள் யாவும் பெருமளவு அல்லது முழுமையாக நிலத்தில் வாழ்கின்றன.



படம் 2. ஜியோமைடா டிரைஜுகா

ஜியோமைடா டிரைஜுகா. இது 20 முதல் 40 செ.மீ. வரை நீளமானது. இதன் கால்கள் சற்றுத் தட்டையாகவும் விரல்கள் விரலிடைச் சவ்வினால் இணைக்கப்பட்டும் உள்ளன. காரப்பேசின் மேற்பக்கம் கடினத் தகட்டினாலும், தலையின்மேற்பக்கம் மென்தோலாலும் மூடப்பட்டுள்ளன. இதன் கழுத்து முழுமையாக ஓட்டினுள் இழுக்கப்படும்; வால் மிகக்குட்டையானது இந்த ஆமை தாவரவுண்ணியாகும். **லிஸ்ஸிமிஸ் பங்க்டேட்டா** (*Lissemys punctata*), புள்ளியுடை மெல் ஓட்டு ஆமை (spotted soft shell) எனப்படுகிறது. இதன் உடல் எலும்புத் தகடுகள் மிகக் குறைந்தும் உடல் மேற்பரப்பு தடித்த தோலால் மூடப்பட்டும் உள்ளன. காரப்பேசின் விளிம்புத்தகடுகள் கிட்டத்தட்ட முழுதும் மறைந்துவிட்டன. பிளாஸ்ட்ரானின் எலும்புத்தகடுகள் வலுப்படுத்தும் தகடுகளாக உள்ளன. முகமுனை கூர்மையாகவும் சதைப்பற்றுள்ள உதடுகளுடனும் உள்ளது. உதடுகளுக்குக் கீழ் கடினமான கொம்புப்பொருளாலான தாடைகள் இருக்கின்றன. கால்கள் தட்டையாகத் துடுப்புப்போலவுள்ளன, முன்கால்கள் பின்கால்களை விட நீளமானவை, கால்கள் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று கூர்நகங்கள் உள்ளன. இது விரைவாகவும் தேவையானால் நீளமான கழுத்தைப் பின்பக்கம் வளைத்தும் கடிக்கும். ஆகையால் இதைப் பிடிப்பது எளிதன்று. சிறு விலங்குகளை உணவாகக்கொள்ளும் இது தாவரங்களையும் உண்பது உண்டு. மென்மையான மேல்தோல், உணவுக்குழாய்க் கூம்புநீட்சிகள், மலப்புழைப்பைகள் ஆகியவற்றின் வழியாகவும் சுவாசம் நடைபெறுகிறது. முட்டையிடுவதற்காக மட்டுமே இவை நீர்நிலைகளை விட்டு வெளிவருகின்றன. இவை ஏறத்தாழ 25 செ மீ நீளம் வளர்கின்றன.

டிரையானிக்ஸ் கேஞ்சட்டிக்கஸ் (Trionyx gangeticus). நன்னீர் ஆமை, 70 செ.மீ. வரை வளரும். இதன் ஒவ்வொரு காலிலும் 3 விரல்கள் உள்ளன. காரப்பேசில் மேல்தோல் தகடுகள் இல்லை. எலும்



படம் 3. லிஸ்ஸிமிஸ் பங்க்டேட்டா

புத் தகடு மட்டும் உண்டு. கொம்புப் பொருளாலான தாடை உள்ளது. முகமுனையில் மென்மையான தசையாலான உதடு நீண்டு துதிக்கை போல உள்ளது. டிரையோனிக்ஸ் லெய்த்தி (*Trionyx leithi*) சிறப்பினம் இந்திய ஆறுகளில் வாழ்கிறது. ஆமைகள், ஊர் வன வகுப்பில் அனாப்சிடா (anapsida) துணைவரி சையில் கிலோனியா (chelonia) வரிசையில் வகை படுத்தப்பட்டுள்ளன. காண்க, அனாப்சிடா, கடல் ஆமை.

ந. மு.
கௌ. ஜெ.

நூலோதி

Ekambaranatha Ayyar, M., A Manual of Zoology, S. Viswanathan Pvt.Ltd., Madras, 1986.

ஆமை (சித்த மருத்துவம்)

ஆமையின் ஓடு, கொழுப்பு, தோல், முட்டை, பித்த நீர், இரத்தம், மாமிசம் ஆகியவை சித்த மருத்துவ முறையில் நோய்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஓடு. ஆமை ஓடு சிறப்பாகக் குழந்தைகளின் நோய்க்குத் தரும் குடிநீராகவும், கருக்காகவும். சுட்ட தூளாகவும், மாத்திரையாகவும் கையாளப்படு கின்றது. ஆமை ஓட்டோடு மிளகு, உத்தாமணிச் சாறு, அரிசி ஆகியவற்றைச் சேர்த்து உலர்த்திக் கருக்கி வைத்துக் கொண்டு, 520 மி.கி. வரை தேன் அல்லது தாய்ப்பாலில்கொடுக்க மாந்தம், கணம், மாந்த பேதி முதலியன நீங்கும். ஆமை ஓட்டைச் சுட்ட தூள், சுட்ட வசம்பு, வெள்ளைப் பூண்டு, ஓமம், நுணா இலை, வேலிப் பருத்தி, பொடுதலை இலை, வெற்றிலைக் காம்பு, கிராம்பு ஆகியவை ஒவ்வொன்றும் 4.2 கிராம் எடுத்துச் சட்டியில் இட்டுக் கருக்கி முறையாகக் குடிநீர் செய்து காலை, மாலை இருவேளை மூன்று அல்லது ஐந்து நாள்கள் கொடுத் தால் மாந்த நோய்கள் நீங்கும். ஆமை ஓடு, அதி விடையம், அசமதாகம், வட்டத்திருப்பி, பாவுட்டை இலை, மிளகு, சுக்கு சமன் சேர்த்து வெந்நீர்விட்டு அரைத்துத் தாய்ப்பாலில் கொடுக்கப் பொருமல், கழிச்சல் குணமாகும். ஆமை ஓட்டை இடித்துப் பொடி செய்து நெருப்பில் தூவி அந்தப் புகையை ஆசனவாயில் பிடிக்க ஆசனக் கடுப்புத் தீரும்.

ஓட்டுத்தூய்மை. பூநீறு, கற்சுண்ணாம்பு சமஅளவு எடை சேர்த்து, அத்துடன் எண்மடங்கு நீர்விட்டுக் கலக்கிப் பின்னர் தெளியச் செய்து அவற்றுடன் ஆமை ஓட்டைச் சிறு சிறு துண்டுகளாக நறுக்கி இட்டு, எண்ணெய்க் கசிவு நீங்கும் வரை எரித்து எடுத்துத் தூய நீரில் கழுவி எடுக்கத் தூய்மையாகும்.

ஆமை ஓட்டுச் சுட்ட தூள். தூய்மை செய்த ஆமை ஓட்டை ஆடாதொடை விழுதில் புதைத்துச் சிலை செய்து உலர்த்தி, கனப்புடமிட்டு எடுத்துப் பிறகு கற்றாழைச் சாறு, துத்தி இலைச்சாறு ஆகிய வற்றில் தனித்தனியாக அரைத்து வில்லை செய்து உலர்த்தி ஓட்டிலிட்டு, மேலோடு மூடிச் சந்துவாய் சீலை செய்து புடமிட்டு எடுக்கப் பஸ்பமாகும். இதனை 65 மி. கிராம் முதல் 130 மி. கிராம் வரை தாய்ப்பால் அல்லது பசுவின் பாலில் கொடுக்க, குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் மாந்தம், கணம், மாந்த பேதி முதலியன நீங்கும்.

மாத்திரை. ஆமை ஓட்டின் மீது சுண்ணாம்புத் தடவி, துணியில் சுற்றி ஒரு புடமிட்டு எடுக்க வெளுக்கும். இதைக் கற்சுண்ணாம்புத் தெளிவுநீர் விட்டு அரைத்து வில்லை செய்து, உலர்த்திப் புட மிடப் பஸ்பமாகும். இப்பஸ்பத்துடன் ¼ பங்கு பூரம் சேர்த்து முன்போல் அரைத்து உளுந்தளவு மாத்திரை செய்து தாய்ப்பால், பால், வெந்நீர் இவற்றில் ஏதே னும் ஒன்றுடன் கொடுக்க உப்பு மாந்தம், கணமாந் தம், பசியின்மை, அசீரணபேதி முதலிய நோய்கள் தீரும்.

கொழுப்பு. இதனை உருக்கி நெய்யாக்கி, 1. முதல் 2 தேக்கரண்டி வரை குடித்து வர, கண்ட மாலை, பாண்டு, நுரையீரலைப் பற்றிய நோய்கள் நீங்கும். 'ஊனாமை நெய் மூல மோட்டும்' என்பதால் மூலத் திற்கும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம் என்று அறிய முடிகிறது.

தோல். உலர்ந்த தோலைப் பொடி செய்து நெருப்பிலிட்டுப் புகைபிடித்தால் மூலம் நீங்கும்.

முட்டை. குழந்தைகளுக்கு வரும் கக்குவான், வலி முதலிய நோய்களுக்கு முட்டையைப் பொரித்துக் கொடுக்கும் வழக்கம் இன்றும் உண்டு.

பித்தநீர். இதனை நசியமிட வலி நீங்குமென்றும்

கடிவாயில் பூச, விடம் இறங்கும் என்றும் மேலே பூசத் தொண்டை வலி நீங்கும் என்றும் கூறப்பட்டுள்ளது.

இரத்தம். ஆமையின் இரத்தத்தை அருந்துவதால் நுரையீரல் தொடர்பான நோய்கள் நீங்கும்.

ஊன். இதனைச் சமைத்துண்ண அரோசகம், உள் மூலம், உட்சூடு, இரத்தாதி சாரம், சீதக்கிராணி, மலபேதி நீங்கும். மேலும் பசி, வீரியம், அழகு இவற்றைத் தரும். கரியுடன் சிந்திலுப்புக் கூட்டிச் சமைத்து உண்ண உடலில் உண்டாகின்ற காயங்கள் விரைவில் குணமாகும்.

ஆமை லேகியம். வெந்நீரில் அவித்து எடுத்த ஆமை இறைச்சி, வெங்காயம், உரித்த பூண்டு, கிராம்பு, பட்டை சோம்பு, மல்லி, சாதிக்காய், சாதிப்பத்திரி, கறி மஞ்சள் ஆகியவற்றுடன் நெய் போதிய அளவு விட்டு, முறைப்படி லேகியம் கிளறி வைத்துக் கொண்டு முழுப் பாக்களவு காலை, மாலை நாகபஸ்பத்துடன் கொள்ள மூலம் சரியாகும். தாதுவும் விருத்தியாகும்.

சே. பிரேமா

ஆய்க்ரைட்டு

ஆய்க்ரைட்டு (euchroite) என்பது ஒரு நீர்மச் செம்பு ஆர்செனேட்டு ஆக்சைடு. இது செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் வேதியியல் உட்கூறு $Cu_3As_2O_8$ $Cu(OH)_2$ $6H_2O$. அல்லது $3CuO$ AsO_5 $Cu(OH)_2$ $6H_2O$. இதில் ஆர்செனிக் பென்டாக்சைடு 34.2 விழுக்காடும் குப்பிரிக் ஆக்சைடு 47.1 விழுக்காடும் நீர் 18.7 விழுக்காடும் உள்ளன.

இவை பட்டக வகைப் (110) படிகமாகவும் செஞ்சாய் சதுர இரட்டை ஸ்பினாய்டுகளாகவும் (orthorhombic di-sphenoidal) கிடைக்கின்றன. இது இருவிதப் பட்டகப் பிளவுகள் கொண்டது. (110), (011) பக்கப் பிளவுகள், சிறிய சங்கு முறிவிலிருந்து சீரான முறிவு வரை கொண்டது, நொறுங்கும் தன்மையுடையது. குறுஇணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (010) இணையாக நெடுக்கு வரிகளையுடையது. பளிங்கு மிளிர்வை உடையது. மரகதப் பச்சை நிறமுடையது. இதன் கடினத்தன்மை 3.5 முதல் 4 வரையிலும் அடர்த்திஎண் 3.39 ஆகவும் உள்ளது. எளிதில் உருகக் கூடியது. இதன் உருகுநிலை 2 முதல் 2.5 வரை மாறும். அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரையும். இதன் கனிமச் சீவல் தெளிவான நீலப் பச்சை நிறமுடையது. ஒளியியல் அச்சுத்தளம் செவ்விணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (100) இணையாக உளது. அல்லது இதன் ஒளியியல் அச்சுத்தளம் அடியிணை வடிவப் பக்கமாகும் (001). இது ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமம். இதன் ஒளியியல் அச்சுக் கோணம் (optical axial angle) 2°. இது ஒளி ஊடுருவும் தன்மை முதல் ஒளிக்கசிவுத்தன்மை வரை மாறுபடுகிறது. இதன் ஒளிவிலகல் எண் (refractive index) விரைஒளித் திசையில் (γ) 1.733 ஆகவும் மெது ஒளித்திசையில் (α) 1.695 ஆகவும், இடையொளித்திசையில் (β) 1.698 ஆகவும் உள்ளது. இது ஒளிவிரவலில் மிதமானது. நீல ஒளி அச்சை விடச் (v) சிவப்பொளி அச்சின் நீளம் (γ) அதிகம்.

இயற்கையில் குவார்ட்சோஸ் அபிரகக் களிமட் பாறைகளில் (quartzose mica slate) டயாப்ட்டசை (diaptase) ஒத்த படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. ஹங்கேரியில் (Hungary) உள்ள லிபிதென் (Libethen) என்ற இடத்தில் களிமட்(slate) பாறைகளில் கிடைக்கிறது. மேலும் செலோவிக்கியாவுக்கு அருகில் நியூசோல் (Neusohl) என்ற இடத்திலும் கிடைக்கிறது.

இது அதிக அளவில் கிடைத்தால் செம்பின் முக்கியத் தாதுவாகப் பயன்படும்.

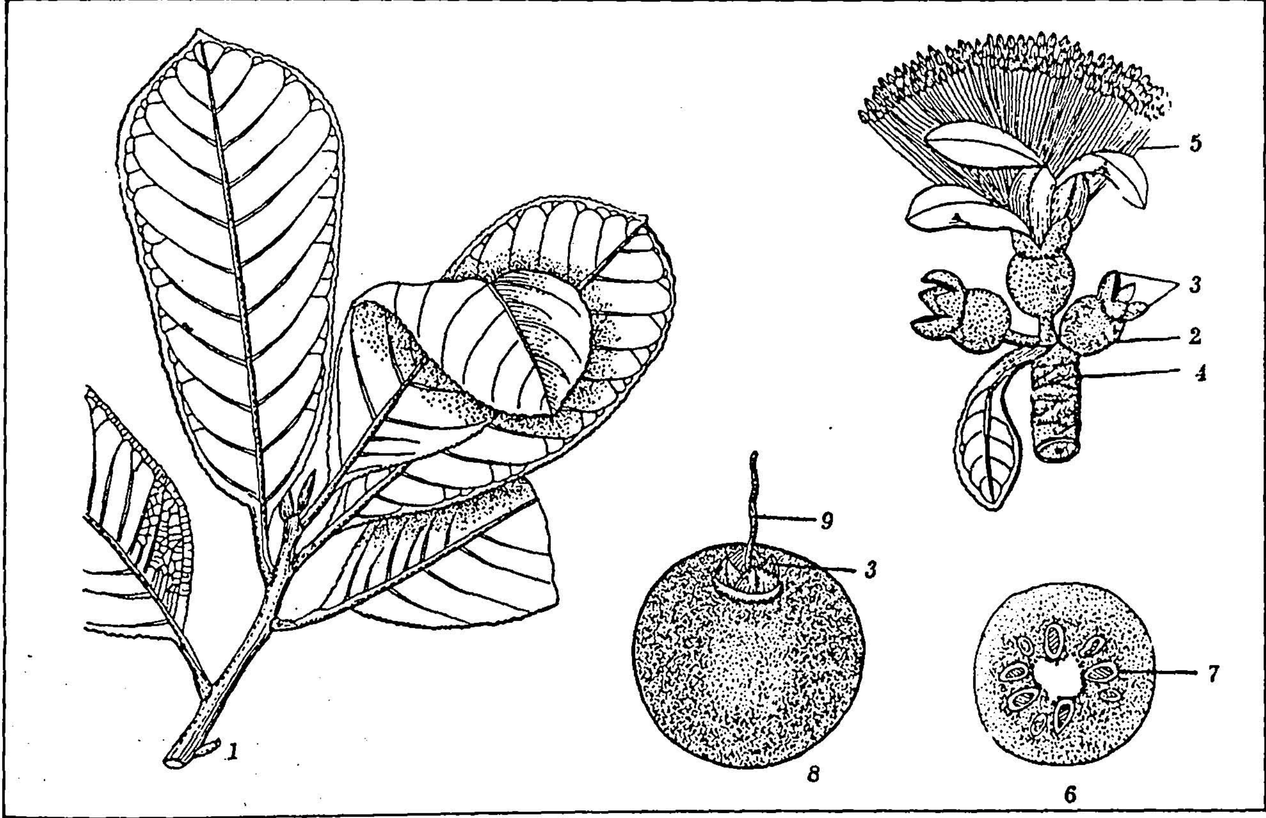
சு. ச.

நூலோதி

1. Dana, E.S., Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Winchell, A.N., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi. 1968.

ஆய்மா

இருவிதையிலை அல்லி இணையாக் (polypetaoles) குடும்பமாகிய மிர்த்தேசியிலிருந்து (myrtaceae) நீக்கப்பட்டு, தற்பொழுது லெசித்திடேசி (lecythidaceae) அல்லது பாரிங்டோனியசியில் (barringtoniaceae)வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள ஆய்மாவுக்குத் தாவரவியலில் **கேரியா ஆர்போரியா** (*Careya arborea* Roxb) என்று பெயர். உத்தரப் பிரதேசம், மகாராட்டிரம், வங்காளம், அசாம், மத்திய மாநிலங்கள், தமிழ்நாடு, பர்மாவின் மலைக்காடுகள் ஆகிய இடங்களில் 1300 மீ. உயரம் வரை ஆய்மா வளருகிறது. மரத்தின் அளவு இடத்திற்குத் தக்கவாறு வேறுபடுகிறது; எடுத்துக்காட்டாக, பர்மா, வங்காளம், அசாம், மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளின் ஈரக் காட்டுப் பகுதிகளில் 2 முதல் 2. 5 மீ. பருமனிலும், 5 முதல் 6.5 மீ. உயரத்திலும் காணப்படுகிறது. உத்தரப் பிரதேசத்தில் 1.2 முதல் 2 மீ. பருமனிலும் 4 முதல் 5.5 மீ. உயரத்திலும் உள்ளது. மத்திய பிரதேசம், பஞ்சாப், தக்காணம், கருநாடக மாநிலங்களில் 0.65 முதல் 1.2 மீ. பருமனில் இது வளர்கின்றது.



ஆய்மா

1. மிலார் 2. பிஞ்சு 3. நிலைத்த புல்லி வட்டம் 4. இலைவடு 5. மகரந்தத்தாள் 6. கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 7. விதை 8. முழுக்கனி 9. நிலைத்த சூலகத்தண்டு

சிறப்புப் பண்புகள். இது 10 முதல் 20மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடிய பெரிய இலையுதிர் மரம் ஆகும். இலைகள் தனித்தவை, தலைகீழ் முட்டைவடிவமானவை (obovate) அல்லது நீள்சதுர வடிவமானவை (oblong); கிளைகளின் நுனியில் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பவை. இலையினடிப்பாகம் குறுகிக்கொண்டே வந்து சிறகுடன் கூடிய (winged) இலைக் காம்பாகின்றது. விளிம்பு அரைவட்ட வெட்டுடையது (crenate). பக்க நரம்புகள் 10 முதல் 12 சோடியாகவும், எடுப்பாகவும் உள்ளவை; இலை நீளம் 20 முதல் 30 செ.மீ வரையும் அகலம் 10 முதல் 17.5 செ.மீ வரையும் மாறுபடும்; இலையடிச்சிதல்கள் (stipules) மிகச்சிறியவை; உதிரக் கூடியவை. மலர்கள் 5 முதல் 10 செ.மீ. அகலமுடையவை; மிலார்களின் நுனியில் குறைவான எண்ணிக்கையில் ஸ்பைக் (spike) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும். இவை ஒவ்வாத மணமுடையவை; வெண்மை அல்லது மஞ்சள் கலந்த வெண்ணிற முடையவை. புல்லி வட்டக் குழாய் தடிப்பாகவும், நான்கு பிளவுகளுடனும் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 4, விரிந்து, 2.5 முதல் 5.0 செ.மீ. அகலமாயிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை; பலவரிசைகளில் அமைந்தவை. சூற்பை கீழ்மட்டத்திலமைந்தவை (inferior); 4 முதல் 5 அறைகளைக் கொண்டவை. சூல்கள் ஒவ்வோர் அறையிலும் இருவரிசைகளில் அச்சுஒட்டிய சூலமைவில் (axile placentation) அமைந்திருக்கும். கனி, உருண்டை வடிவான சதைப்பற்றுள்ள பெர்ரி (berry) வகையைச் சார்ந்தது; 5 முதல் 7. 5 செ. மீ. அகலமுடையது; இதன் விதைகள் எண்ணற்றவை.

மார்ச், ஏப்பிரல் மாதங்களில் இளந்தளிர்களுடன் மலர்களுண்டாகின்றன. கன்னியாகுமரி மாவட்டக் காடுகளில் இம்மரம் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. மரத்தின் பட்டை கருமையானது; வெடிப்புக்களுடன் முதலை முதுகு போல் காணப்படும். பலநெளிவுகளையும், வளைவுகளையும் கொண்ட கிளைகளுடன் காணப்படுவதிலிருந்து இம்மரத்தை நெடுந்தொலைவிலிருந்தும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

பொருளாதாரச்சிறப்பு. மரப்பட்டையிலிருந்து ஒரு வகை நார் எடுக்கப்படுகின்றது. ஆய்மாவின் மரப்பட்டை மருத்துவச் சிறப்பு வாய்ந்தது. இருமல், குளிர் காய்ச்சல், முதலியவற்றிற்கு மருந்தாகவும், அம்மை கண்ட நேரத்தில் உடம்பின் மேல் தடவினால் இதமளிக்கும் களிம்பாகவும் பயன்படுகிறது. புல்லி வட்டத்திலிருக்கும் கோழை (mucilage) போன்றவழுவழுப்பான பொருள் களிம்பாகப் பயன்

படுகிறது. மணமுள்ள கனி உண்பதற்கும், இதிலிருந்து கிடைக்கும் பசை போன்ற பொருள் புண், வெடிப்பு ஆகியவைகளுக்கு மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் சாறு சிறந்த செரிப்பானாகும். ஆனால் விதைகள் நச்சுத் தன்மை கொண்டவை. இலைகளை வயிற்றுப் புண்ணுக்கு மருந்தாகக் கொடுக்கிறார்கள். இவற்றில் 10% டானின் (tannin) உள்ளது. இலைகள் பீடி சுற்றப் பயன்படுகின்றன. ஆய்மா மரத்தின் கட்டை, கம்பங்கள் உத்தரங்கள், பலகைகள், மரக்கலங்கள், துடுப்புகள், வண்டிச் சக்கரங்கள், வேளாண் கருவிகள், பெட்டிகள், இருப்புப் பாதைகளின் குறுக்குப் பலகைகள் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகின்றது.

குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் கட்டையின் மையப் பகுதி இளஞ்சிவப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் அதன் சுற்றுப் பகுதி வெளிர் நிறத்திலும் காணப்படும். மரம் நீண்ட நாள் உழைக்கும் தன்மை கொண்டது. இழைத்தால் வழுவழுப்பை அடைகின்றது. மிக விரைவில் விரிசல்கள் தோன்றுவதாலும். ஓரங்கள் பிளந்துகொள்வதாலும் கட்டையைப் பதப்படுத்துவது எளிதன்று. காற்றுப் பதப்படுத்துதல் (air seasoning) துளையில் உலர்த்திப் பதப்படுத்துதல் (kiln drying) ஆகிய இருமுறைகள் இருந்தபோதிலும், இவற்றில் எது சிறந்தது என்பதில் கருத்து வேறுபாடு இருந்து வருகின்றது. கட்டைகளைச் சுற்றி வளையங்கள் இடுவதாலும் (gridling), உலர்வதை விரைவுப்படுத்துவதாலும், கவனமாக அடுக்கி வைப்பதாலும் இவற்றைப் பல ஆண்டுகள் வரையில் கெட்டுப் போகாமல் பாதுகாக்கலாம்.

எ. ஜாகீர் உசேன்

நூலோதி

1. Beddome, R.H., The Flora Sylvatica for Southern India., 1872.
2. Brandis, D., Indian Trees, Constable & Co., Ltd. London, 1921.
3. Clarke C.B., Hook., F. Fl. Br. Ind., 1979
4. Gamble, J.S., Fl. Pres. Madras., Adlard & Son Ltd., London, 1919.
5. Gamble, J.S., A Manual of Indian Timbers, Sampson Law & Marston & Co., London, 1972.
6. Pearson, R.S., Brown, H.B., Commercial Timbers of India, 1932.
7. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆய்வுக்கலங்கள்

புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்கும், அறிவியலுடன் இணைந்த சமுதாய வளர்ச்சிக்கும் ஆய்வு இன்றியமையாதது. மக்கள் பெருக்கத்தால் ஏற்பட்டுள்ள தட்டுப்பாடுகளை ஈடுசெய்தல் உணவுப்பொருள் உற்பத்தியைப் பெருக்குதல், கனிம எண்ணெயின் எதிர்பாராத விலை உயர்வைக் கட்டுப்படுத்தல், அணுக்கதிர்வீச்சுக் கழிவுப் பொருள்களைக் கொட்டும் ஆழ்கிடங்குகளைக் காணல் முதலிய தவிர்க்க முடியாத தேவைகளின் பொருட்டு அனைத்து நாடுகளும் கடற்பகுதிகளை ஆய்வு செய்யவேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது .பழங்காலத்தில் மக்கள் சிறிய கலங்களை மீன்பிடிக்கப் பயன்படுத்தி வந்தனர். அவை படிநிலை வளர்ச்சியில் உருவில் பெரியனவாகி வணிகக் கலங்களாகவும், பயணக்கலங்களாகவும், போர்க் கலங்களாகவும் உருவெடுத்தன.

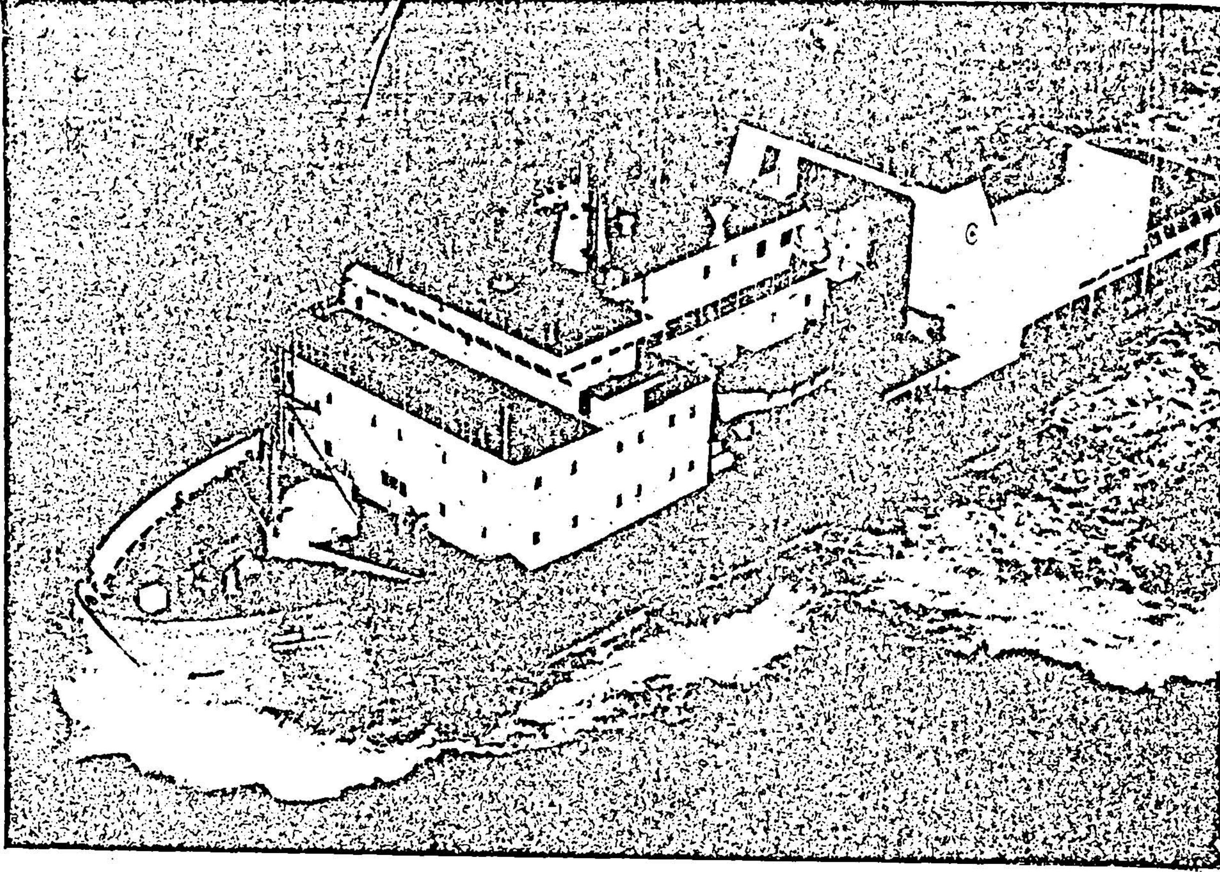
புதிய நிலப்பரப்பைக் கண்டறியும் முயற்சியில் ஈடுபட்ட தேட்ட வல்லுநர்களது அன்றாடப் பட்டறிவுக் குறிப்புகள், இவ்வாய்வுக் கலங்களை (research vessels) உருவாக்குவதற்கு அடிகோலின. கடல் நீரில் வாழும் பல உயிரினங்களை அறியவும் பிடிக்கவும் கடற்பரப்பில் காணப்படும் பல்வகைப் படிவுப்பாறைகளைப் பற்றி அறியவும், தொடர்ந்து அம்முயற்சியில் ஈடுபட்ட சில வல்லுநர்களால் எடுக்கப்பட்ட முயற்சிகள் இவ்வாய்வுக் கலங்களின் தேவைக்கு உயிரூட்டின. மனித இனத்தின் தேவையை நிறைவேற்ற, அவர்களுடைய பண்டங்களை மாற்றிக்கொள்ளும் முயற்சி வலுப்பெற்றதால், புதிய கடற்பாதையும் அதற்கேற்பக் காலத்தினைக் கணிக்கும் முயற்சியும், அதற்கேற்பப் பெரிய கலங்களை அமைத்திடும் அவாவும் இவ்வாய்வுக் கலங்களை உருவாக்க வழிவகுத்தன.

ஆய்வுக்கலங்கள் கடல் ஆய்வுக்கு இன்றியமையாதவையாகி விட்டன. கடல் ஆய்வுக்கழகங்களுக்கு இவை இன்றியமையாதவை என்பதை, இவற்றின் செலவில் பெரும்பகுதியை இவை ஈர்த்துக் கொள்வதும், இவ்வாய்வுக் கலங்களை ஒழுங்காகச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தும் வழிமுறைகளை இந்நாளில் பல நாடுகள் திட்டமிட்டு வருவதும் எடுத்துக்காட்டும். கடல் ஆய்வுக்கெனப் பயன்படுத்தப்படும் ஆய்வுக்கருவிகள் பொருத்தப்பட்ட சிறிய படகுகளும், அளவாய்வுக் கலங்களும் (survey vessels) ஆழ்துளையிடும் கலங்களும் (drilling vessels) இவ்வாய்வுக் கலங்களைச் சார்ந்தனவாகக் கருதப்படுகின்றன.

உலகிலேயே பெரிய ஆய்வுக்கப்பல், சோவியத்து நாட்டின் விண்வெளிவீரர் யூரி ககாரின் (Cosmonaut Yuri Gagarin) என்னும் கலமேயாகும். இதன் நீர்ப்பெயர்ச்சி எடை 45,000 டன்களாகும்.

உலகில் 60 நாடுகளுக்கு மேல் தனித்தனியே ஆய்வுக் கலங்களை வைத்திருக்கின்றன. அவற்றில் அமெரிக்க நாட்டிற்குச் சொந்தமான பலகிலோமீட்டர்கள் ஆழத்திற்கு ஆழ்கடலில் துளையிடும் கிளோமர் சேலஞ்சர் (Glomar challenger) என்னும் கலம் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இக்கலம் உலகின் பல ஆழ்கடற் பகுதிகளிலும் 500க்கும் அதிகமான ஆழ்துளைகளை யிட்டுக் கடற்பரப்பில் காணப்படும் படிவுப்பாறைகளின் இயல்பையும், காலத்தையும் கணித்து நிலமேல் தட்டுப் பெயர்ச்சிக் (plate tectonic) கோட்பாட்டின் உண்மையை ஆதாரத்துடன் அறிய உதவியுள்ளது. கடல் ஆய்வில் மிகுதியாக ஈடுபடுத்தப்பட்டுள்ள கப்பல்களில் ஆஸ்த்திரேலியாவின் எச். எம். ஏ. எஸ். டயமன்ட்டினாவும் (H.M.A.S. Diamantina), கனடாவின் ஹட்சனும் (Hudson) பிரான்சின் ஜீன் சார்லெட்டும் (Jeancharlet), மேற்கு ஜெர்மனியின் மீட்டியார் (Meteor), வல்டிவா (Valdiva), சோனே (Sonne), ஆகியவையும் ஜப்பானின் கோயோமேரியும் (Koyomary), போர்த்துகீசின் அல்ஃபோன்சா அல்புக்கெர்க்கும் (Alfonsa Albuquerque) தென் ஆப்பிரிக்காவின் ஆஃபிரிக்கானாவும் (Afrikana), சுவீடனின் ஆலியும் (Alie), சோவியத்து நாட்டின் வித்யாசும் (Vityaz), ஒபும், (Ob), இங்கிலாந்தின் டிஸ்க்கவரியும் (Discovery), சக்கல்டனும் (Schakelton), அமெரிக்க நாட்டின் ப்ரொஃபைலரும் (Profiler), ஒசனோகிராபரும் (Oceanographer), வேமாவும் (Vema), இந்தியாவின் கவேஷனியும் (Gaveshani), சாகர் கன்யாவும் (Sagarkanya) குறிப்பிடத்தக்கன.

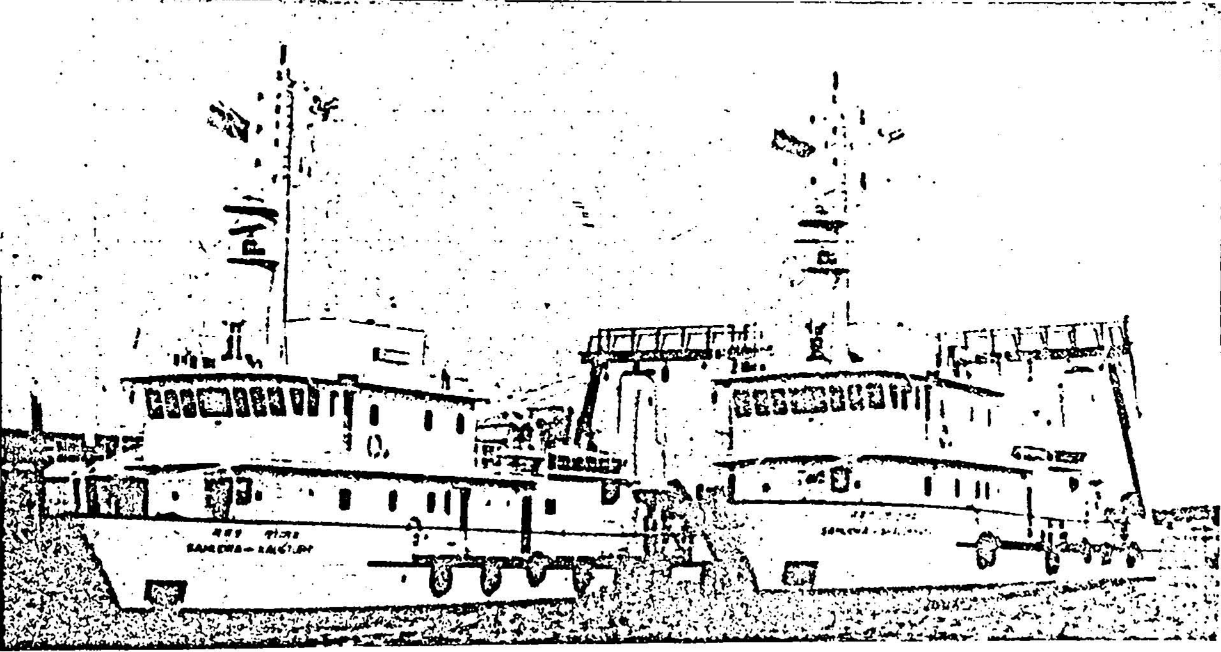
இந்தியக் கடலாய்வின் படிமலர்ச்சியும் ஆய்வுக்கலங்களும். இந்தியாவில் கடல் ஆய்வு 1875 ஆம் ஆண்டு இராயல் இந்தியக் கடல் (Royal Indian Marine) அளவாய்வுத்துறை இன்வெஸ்ட்டிகேட்டர் (Investigator) என்னும் ஆய்வுக்கலத்தின் மூலம் தொடங்கப் பட்டதாகத் தெரியவருகிறது. அதன் மூலம் பேரியம் கனிம முடிச்சுக்களும்(barite nodules)பாஸ்ஃபரைட்டு கனிமத்திரள்களும் (phosphorite concreation) கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இம் முயற்சிக்குப்பின் இந்தியக் கப்பற்படையினது கொங்கன் (konkan), சென்னை (Madras), வங்காளம் (Bengal), ராஜபுதனம் (Rajputana), ரோஹில்கண்டு (Rohilkhand), சர்க்கார்(Circar போன்ற அளவாய்வுப் போர்க்கலங்களைப் பயன் படுத்தி அவ்வப்பொழுது ஆய்வு செய்யப்பட்டு வந்துள்ளது. இதை அடுத்து ஆந்திரப் பல்கலைக் கழகத்தில் 1950 இல் பெருங்கடல் ஆய்வுத்துறை தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இதன் பலனாக 1959 இலிருந்து 1965 வரை நடந்த அனைத்துலக இந்தியப் பெருங்கடல் ஆய்வுப் பயண முயற்சியில் இந்தியா தனது கப்பற்படையின் கிருஷ்ணா (INS krishna) என்னும் அளவாய்வுக் கலத்தைப் பயன்படுத்தப் பெரும்பங்கு ஏற்றது. அதன்பின் கடல் ஆய்வின் இன்றியமையாமையை உணர்ந்து தேசியக் கடலியல் கழகத்தை (National Institute of Oceanography) இந்திய அரசு நிறுவியது. இது முதலில் இந்தியக் கப்பற்படையின் அளவாய்வுக் கலமாகிய தர்ஷக்கைக் (INS Dharshak) கொண்டு கடல் ஆய்வில் ஈடுபட்டுள்ள அனைத்து நிறுவனங்களையும் ஒருங்கிணைத்து வடகிழக்கு அரபிக்கடலின் பகுதியினை ஆராயும் (Oceanovax expedition) பணியை மேற்கொண்டு வெற்றி கரமாக முடித்தது. இதே தருணத்தில் மறுபக்கத்தில் நமது நாட்டின் உணவுப் பொருள் பெருக்கத் திட்டத்தின் கீழ் உருவான கடல் மீன் மேம்பாட்டுத் திட்ட ஆய்வு நிறுவனங்கள் பல, சிறிய ஆய்வுக்கலங்களைப் பயன்படுத்திக் கடலோரப் பகுதியில் ஆய்வுகளைப் பெருக்கின. அதே சமயத்தில் எண்ணெய், இயற்கை வளிம ஆணையம், (Oil and Natural Gas Commission), இந்தியநில இயல் அளவாய்வுக் கழகம் (Geological Survey of India), தேசியக் கடலியல் கழகம் ஆகியவை சேர்ந்து இந்தியக் கடற்பகுதிகளில் கிடைக்கும் உயிர்வழியல்லாத கனிமப்பொருள்களின் இருப்பினை அளவிட்டறியும் திட்டமொன்றை உருவாக்கின. அத்தருணத்தில் மத்தியக் கிழக்கு நாடுகள் பாறை எண்ணெயின் (Petrol) விலையை எதிர்பாராத அளவுக்குத் திடீரென உயர்த்தியதன் விளைவாக இந்திய அரசு கடற்பகுதிகளில் எண்ணெய்க் கண்டுபிடிப்பை விரைவுபடுத்த எண்ணியது. அதன்பொருட்டு பாறை எண்ணெய், இயற்கை வளிம ஆணையம் எண்ணெய் இருப்பைக் கண்டறிய உதவும் அன்வேஷக் (Anveshak) என்னும் நிலநடுக்கத்தைப் பதிவு செய்யும் (seismic) கலத்தையும், எண்ணெய் இருப்பினைத் துளையிட்டு அறிய உதவும் துளையிடும் கலமாகிய சாகர் சாம்ராட்டையும் (Sagar samrat) பெற்றது. அதைத் தொடர்ந்து அறிவியல் தொழிலக ஆய்வுக் கழகம், கல்கத்தா துறைமுகத்தில் சரக்குமாற்றுக் கலமாக இருந்த ஒன்றைக் கார்டன்ரீச் பட்டறையில் (gardenrech workshop) புதுமைக் கருவிகளைப் பொருத்திக் கவேஷனிஎன்னும் பெயரில் 1976 ஆம் ஆண்டு கடல் ஆய்வுக்குப் பயன் படுத்தியது. இதன் பின் இந்திய நாட்டின் கடல் ஆய்வுத்திறன் பன்மடங்காகப் பெருகியது. ஆழ்கடலில் மங்கனீசு கனிம முடிச்சுக்களை 1981 ஆம் ஆண்டு வெளிக் கொணர்ந்தது. அரபிக்கடலில் உண்டாகும் தென்மேற்குப் பருவக் காற்றுத் தொடர்பான செய்திகளை அறிய அனைத்துலகப் பருவக்காற்று ஆய்வுப் பயணத்தில் (International Monsoon Expedition) பங்கேற்றது. நில எண்ணெய் மற்றும் இயற்கை நில வளிம ஆணையத்திற்குப் பம்பாய்த் திட்டினின்று (Bombay high) ஊரான் (Uran) வரை போடப்பட்ட எண்ணெய் கடத்துக்குழாய்ப் பதிப்பு வழியைச் சரிவரக் கணித்திடச் செய்த அளவாய்வுப் பயணம் இவ்வாய்வுக் கலம் செய்த சிறப்பான பணியாகும்.



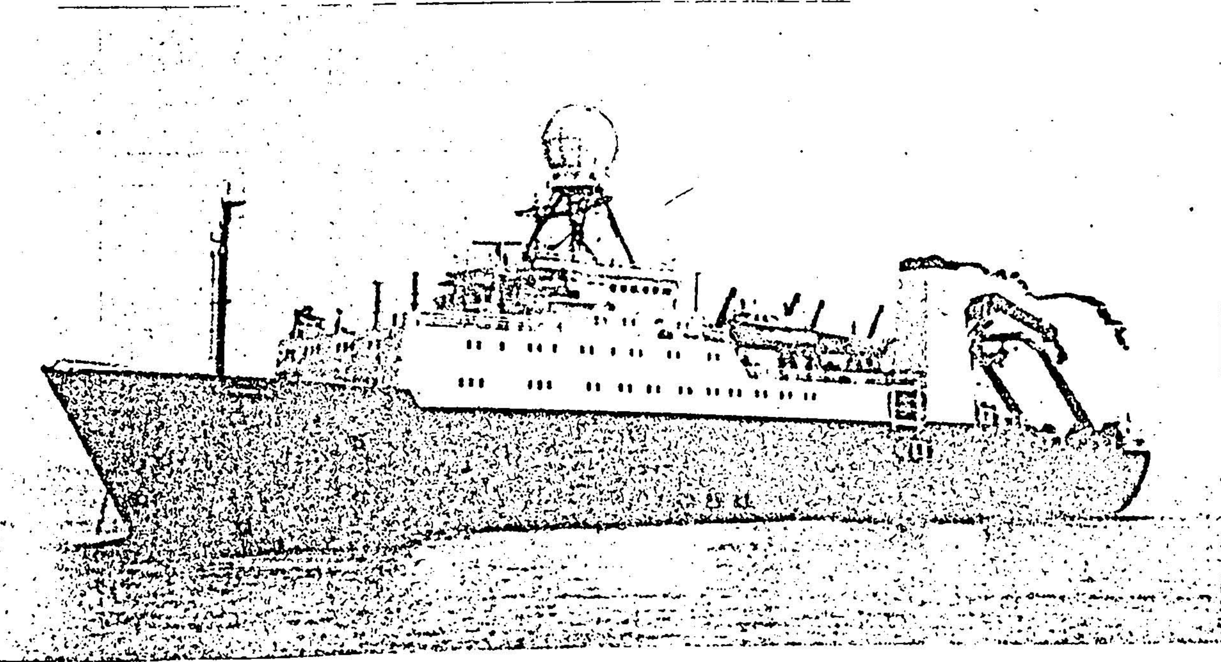
படம் 1. சாகர் சம்பதா ஆய்வுக்கலம்

ஐக்கிய நாட்டுச் சபையால் அமைக்கப்பட்ட கடலுரிமைச் சட்டத்தைப் பற்றிய அறிவுரைக் குழுக்களும், கடற்பரப்பில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கனிமப் பொருள்களின் கூடுதலான விலைமதிப்பும் அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதற்கான தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியும், கடல் ஆய்வை மேன்மேலும் தூண்டின. ஆழ்கடல் மங்கனிசு கனிம முடிச்சுகளின் இருப்பைக் கணித்து அதையெடுப்பதற்கான உரிமையை இந்திய அரசு பெற வேண்டி ஸ்கேண்டி சர்வேயர் (skandy surveyer), ஃபர்னலா (Farnalle) முதலிய அயல்நாட்டுக் கலங்களை வாடகை உடன்படிக்கையில் பெற்றுப் பயன்படுத்தி உலகில் இத்தகைய கடற் கனிமங்களைக் கண்டெடுத்துப் பயன்படுத்தியதால் அறிவியல் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியில் உலகில் ஏழாவது நாடாக வளரமுடிந்தது. போலார் சர்க்கில் (polar circle), ஃபின்போலாரிஸ் (finnpolaris போன்ற, பனிக்கட்டிகளை ஊடுருவித் துருவத்திற்குச் செல்லும், அயல்நாட்டுக் கலங்களை வாடகை உடன்படிக்கைக்கு ஆண்டுதோறும் எடுத்து அன்ட்டார்டிக்கா ஆய்வுப் பயணத்திற்குப் (Antartic expedition) பயன்படுத்தி வருகிறது. கடல்திட்டுப் பகுதிகளில் காணப்படும் கனிமப் பொருள்களின் இருப்பைக் கணித்திட 1983இல் சமுத்திர மந்தன் (Samudra mandan) என்னும் புதுக்கருவிகளைக் கொண்ட ஆய்வுக்கலத்தையும் 1984 இல் சமுத்திர சௌதிக்காமா (Samudra shaudhikama) சமுத்திர கவுஸ்துப் (Samudra Kaustubb) என்ற இரு சிறிய கலங்களையும் இந்திய நிலஇயல் அளவாய்வுக் கழகம் ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தியுள்ளது. 1983 இல் கடல் ஆய்வுக்கு இன்றியமையாத அனைத்து அறிவியல் பிரிவுகளுக்குரிய புதிய கருவிகள் பொருத்தப்பட்ட உலகிலேயே மிகச் சிறந்த சாகர்கன்யா (sagar kanya) என்னும் ஆய்வுக்கலத்தை மத்திய அரசுப் பெருங்கடல் மேம்பாட்டுத்துறை (Dept. of ocean development) உரிமையாகக் கொண்டது. பின்னர் 1984 இல் மற்றொரு, துணைக்கருவிகளைத் தாங்கிய, சாகர்சம்பதா (Sagar sampada) என்னும் மீன்பிடிப்பு ஆய்வுக்கலத்தைப் பெற்றது. இது மட்டுமின்றி ஏனைய நிறுவனங்களையும் சேர்த்து இந்திய அரசு தனது ஆய்வுக் கலங்களைப் பயன்படுத்திச் சிசிலி (Seycchelles), இலங்கை, மொரிஷியஸ் (Mauritius) முதலிய தீவுகளோடு பல புதிய கூட்டு ஆய்வுகளையும் வலுப்படுத்தியுள்ளது. நமது நாட்டில் தற்போது இயங்கி வரும் ஆய்வுக்கலங்களின் விவரங்களை அட்டவணை 1 இல் காணலாம்.

கடல் ஆய்வுக்கலங்களைப் பயன்படுத்துவது அரசுக்கு ஒருபெரிய சுமையாகும். எடுத்துக்காட்டாக,



படம் 2. சமுத்திர கவுஸ்துப் ஆய்வுக்கலம்



படம். 3 சாகர் கன்யா ஆய்வுக்கலம்

அட்டவணை 1. இந்தியாவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் ஆய்வுக்கலங்களைப் பற்றிய சில விவரங்கள்

	கலத்தின் பெயர் (1)	உரிமையாளர் (2)	செயல்படத் தொடங்கிய ஆண்டு (3)	நீளம் (மீ) (4)	அகலம் (மீ) (5)	அமிழ்நீர் ஆழம் (மீ) (6)	பயண வேகம் (கடல் மைல்) (7)	அதிக அளவுப் பயண காலம் (நாள்களில்) (8)	நீரின் இடப்பெயர்ச்சி எடை (9)	இருப்பிட வசதி (10)	அறிவியல் வல்லுநர் (11)
1.	ஆ.க.கோன்ச்	கேரளப் பல்கலைக் கழகம்	1956	15.25	—	1.40	11	—	40	6	1
2.	மீ.க. பங்கடா	உணவு, வேளாண்மை அமைச்சரவைத் துறை	—	17.38	—	2.13	8	6	50	4	5
3.	ஆ. க. வருணா	மத்தியகடல் மீன் ஆய்வு நிறுவனம்	1961	30.6	7.4	3.9	10	30	160	13	5
4.	த.க.அன்வேஷக்	எண்ணெய், இயற்கை வளிம ஆணையம்	1973	—	—	—	—	—	—	24	16
5.	ஆ.க. தவேஷனி	தேசியக் கடலாய்வு நிறுவனம்	1975	68.33	12.19	3.0	10	25	1900	45	19
6.	பெ. ஆ. க. சாகர் கன்யா	மத்திய அரசு கடல் வளர்ச்சித் துறை	1983	100.34	16.39	5.6	14.25	45	4209	59	32
7.	ஆ.க. சமுத்திர மந்தன்	இந்திய நிலஇயல் அளக்கைக் கழகம்	1983	88.83	12.95	5.05	12.4	25	1272.5	36	25
8.	ஆ.க. சமுத்திர சௌதிக் காமா	,,	1984	35.00	9.26	1.22	10	10	300	21	12

கலத்தின் பெயர் (1)	உரிமையாளர் (2)	செயல்படத் தொடங்கிய ஆண்டு (3)	நீளம் (மீ) (4)	அகலம் (மீ) (5)	அமிழ் நீர் ஆழம் (மீ) (6)	பயண வேகம் (கடல்மைல்) (7)	அதிக அளவுப் பயண காலம் (நாட்களில்) (8)	நீர் இடப் பெயர்ச்சி எடை (9)	இருப்பிட வசதி (10)	அறிவியல் வல்லுநர் (11)
9. ஆ.க. சமுத்திர கவுஸ்த்துப்	இந்திய நிலஇயல் அளவாய்வுக் கழகம்	1984	35.00	9.26	1.22	10	10	300	21	12
10. மீ. பெ. ஆ. க. சாகர்சம்பதா	மத்திய அரசின் கடல் மேம்பாட்டுத் துறை	1985	71.50	16.40	5.60	13.4	60	2611	59	
11. வ.க. போலார் சர்க்கிள்	ஜி. சி. வைபர் பெர்கன், நார்வே	1972	42.35	11.5	4.79	13	—	495.71	34	
12. வ.க. ஸ்கேண்டி சர்வேயர்	பி. ஆர். ஆக்லாண்டு கம்பெனி, நார்வே	1974	73.26	11.58	—	14	—	1200	44	
13. வ.க. ஃபெர் னல்லா	*ஜே. மார் அண்டு சன்ஸ் லிமிடெட், இங்கிலாந்து	1976	76.6	—	—	11	—	—	,,	

* குறுகிய காலத்திற்கு வாடகை உடன்படிக்கையில் (charter) பயன்படுத்தப்பட்டது.

ஆ.க. — ஆய்வுக்கலம் வ.க. — வணிகக்கலம் மீ.க. — மீன்பிடிக்கலம் த.க. — தரவுக்கலம்

சாகர் கன்யா என்ற கலம் ஆய்வுப் பயணத்தை, மேற்கொண்டாலும், மேற்கொள்ளாவிட்டாலும் ஒரு நாள் ஆய்வுக்கு 1,50,000 ரூபாய் செலவழிக்க வேண்டும். எனவே ஒருநாள் கூட வீணாக்காது மிகவும் சீராகத் திட்டத்தைச் செயல்படுத்த வேண்டும்: இதற்கென இந்திய அரசு பல கடல் ஆய்வுத் துறைகளையும், நிறுவனங்களையும் ஒருங்கிணைத்துக் கலந்துரையாடி நாட்டிற்கு இன்றியமையாத ஆய்வுப் பணிகளைத் தெரிந்தெடுத்து அவற்றிற்கெனவே ஆய்வுக் கலங்களைப் பயன்படுத்த வழிவகுத்துள்ளது, இதுபோன்ற திட்டப்பணியை முதலில் தேசியக் கடலியல் கழகம் பரிந்துரைக்கிறது. பல துறை நிறுவனங்களின் உறுப்பினர்களாலான உயர்மட்டக் குழு அத்திட்டத்தைச் சீர்தூக்கி, தேசியப் பெருங் கடல் நிறுவனம், மத்திய மீன் மேம்பாட்டு நிறுவனம், இந்திய நில இயல் கனிப்பொருள் அளவாய்வுக் கழகம் முதலியவற்றின் மூலமாக அதைச் செயல் படுத்துகிறது.

ஆய்வுப்பயண நிர்வாகம். ஆய்வுப் பயணங்களை ஒரு தனிப்பட்ட நிறுவனமோ பல துறைகள் அடங்கிய நிறுவனங்களோ சேர்ந்து நடத்தலாம். அறிவியல், தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களும் பல்துறை ஆய்வுக்குரிய நவீன கருவிகளும் இவ்வாய்வுப் பயணங்களை நடத்துவதற்கு இன்றியமையாத் தேவைகளாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக, சாகர் கன்யா என்னும் ஆய்வுக்கலத்திலுள்ள முக்கிய துணைக்கருவிகளாவன, ஒருங்கிணைந்த செயற்கைக்கோள்வழி கலம்ஓட்டும் அமைப்பு, காட்சிமுறைக் கதிர்வீச்சுத் திசைகாணி, தடவரைவி அமைந்த டெக்கா கலம் ஓட்டும் அமைப்பு, தன்னியக்கக் காட்சி அதி உயரலைவெண் கதிர்வீச்சுத் திசையுடை அலைவாங்கி, வரை காட்டி கலம் ஓட்டும் ராடார் முறை ஆழங்காணி, மின்காந்த வேகப்பதிவு, கொட்புத் (சுழல்) திசைகாட்டி, மின்துகளியல் தன்னியக்கக் கலம் ஓட்டும் கருவி, வானொலிச் சிற்றலை ஒலி பரப்பு வானொலி, மார்க்கோனி வானொலித் தொலையச்சு, வானொலி நிலையம், செயற்கைக் கோள்களால் இயங்கும் வானொலி அணி, அதி உயரலைவெண் தொலைக்காட்சி, மூவலைவெண் குறுங்கற்றை ஆழங்காணி, ஆழ்கடல் படிவுப்பாறை ஆழங்காணி, குறைந்த ஆழ எதிரொலிமானி, கடலடி ஒளிப்பட அமைப்புடைய முக்காலித் தொலைக் காட்சி, ஒளிப்படக் கருவி சறுக்கு கலம், ஒளிப்படக் கருவியுள்ளவீழ்படிவு (free-fall) அள்ளி, நீரடி மாதிரி எடுப்பான், குடைவி மின் கதிர் வரைவி, புரோட்டான் காந்தமானி, கடல்சார் அடர்த்தி என்ற அளவி, அலைவரிசை இயக்கமுறை நடுக்கமுணரி, கடல் தரை அமைப்பை வரையும் பக்க அல கீட்டுச்சோனார், செங்குத்து வெப்பநிலைப் பதிவான், ஹைட்ரோக் கார்பன் நீர்மாதிரி எடுப்பி (sampler), கப்பல் அலை பதிப்பி, கட்டுத்தறி அமைப்பு, வெப்ப உவர்மைப் பதிவான், உப்பு, வெப்ப, ஆழ மற்றும் ஆக்சிஜன் அளவு காட்டி, ஒளிர்வு நிறமாலை மானி, ஒளிர்வுமானி, அதிவேக மிதவையுயிரி வலை, செந்தர அழுத்தமானி, இடையாழ நீர் இழுவலை, காற்று வானிலைக் கூட்டு ராடார், வெப்ப அழுத்தமானி, கதிர் வெப்பமானி, வானிலை விவரப் பதிவமைப்பு, மீவளி நிலைமானி, பொதுநோக்கக் கணிபொறி அமைப்பு, பன்னோக்கு விவரப் பதிவமைப்பு என்பனவாகும்.

முதலில் கூறிய தேவையை ஆய்வுக்கலங்கள் பெறுவதற்கு முன்னதாகவே திட்டமிட்டு வல்லுநர்களைத் தேர்நதெடுத்து, தேவைப்பட்டால் அயல் நாடுகளுக்கு அனுப்பிப் பயிற்சி தந்து கொணர வேண்டும். நமது நாட்டைப் பொறுத்தவரை இத்துறையில் போதுமான வல்லுநர்கள் ஆய்வுப் பயணத்தில் சிறந்த பட்டறிவு பெற்றுள்ளார்கள். மேலும் அவ்வாய்வுக்கு வேண்டிய பயிற்சி தற்பொழுது பல பல்கலைக் கழகங்களிலும், தேசிய கடலியல் கழகத்திலும் அவ்வப்போது அளிக்கப்பட்டு வருகிறது. மின்னணுக் கருவிகள் அடிக்கடி சீர்தூக்கி முன்னேற்றப்படுத்தப்படுவதால் தற்பொழுது ஆய்வுக் கலத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒவ்வொரு கருவியும் மாற்றும்படி நேரிடலாம். அச்சமயத்தில் அத்தகைய கருவியை வாங்குவதற்கு முன்னரே சில வல்லுநர்களை அவை செய்யப்படும் இடத்திற்கே அனுப்பி பயிற்சி கொடுத்துக் கொணர்வது நலம்.

இம்மாதிரி இந்திய அரசிலுள்ள ஒவ்வொரு கலத்திற்கும் அதில் பொருத்தத் திட்டமிட்டிருந்த ஒவ்வொரு கருவிக்கும் ஏற்ப இளம் அறிவியல் வல்லுநர்களை ஆங்காங்கு அனுப்பி அதற்கான பயிற்சியை ஆய்வுக்கலம் வாங்குவதற்கு முன்னரே அளித்து வந்ததால் ஒவ்வொரு ஆய்வுக்கலமும் வந்தடைந்ததும் சிறிதளவும் காலங் கடத்தாமல் ஆய்வைத் தொடங்க முடிகிறது. கடந்த ஓரிரு ஆண்டுகளில் கடல் ஆய்வுக் கலங்களை ஏற்று நடத்த 60க்கு மேலான அறிவியல், தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களை மேல்நாடு அனுப்பி அவர்களுக்குப் பயிற்சியும் கொடுக்கப்பட்டு இருக்கிறது. இவ்வாய்வுக்கலங்களில் உள்ள துணைக் கருவிகளை 24 மணி நேரமும் பயன்படுத்தி அவற்றிலிருந்து வரும் அளவீடுகளைத் தேசியப் பெருங்கடல் ஆய்வுக் கழகங்களில் அமையப் பெற்றுள்ள ஆய்வுக் கூடங்களில் கணித்திட, கலங்களிலிருந்து இவ்வாய்வை நடத்த, குறிப்பிட்ட வல்லுநர்களைப் போல் மூன்று மடங்கு அதிகமாக வல்லுநர்கள் தேவைப்படுகின்றனர். அதேசமயத்தில் ஆய்வுக்கலங்களினால் ஆகும் செலவில் சிக்கனத்தைக் கடைப் பிடிக்க 45 நாள்களே சிறும ஆய்வுப்பயணம் என முடிவெடுத்து அதைச் செயற்படுத்தும் பொழுது, ஒரு மடங்கு வல்லுநர்கள் ஆய்வுக்கலத்தில் ஆய்வை மேற்பார்வை செய்திடும் போது அதைப் போன்று 5 மடங்கு வல்லுநர்கள் ஆய்வுக் கூடத்திற்குத் தேவைப்

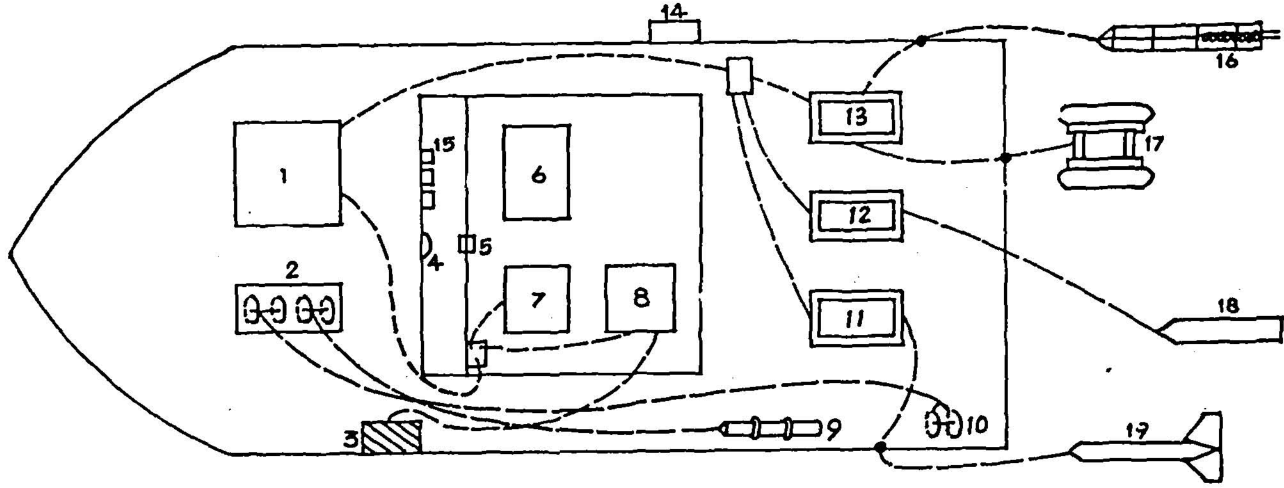
படுகின்றனர் என்றும் கணித்துள்ளார்கள். இத்தகைய பெரும்பான்மையான வல்லுநரின் தேவைகளைச் சரிசெய்யத் தனிப்பட்ட முறையில், பல்கலைக் கழகங்களிலிருந்து அனுப்பப்படும் மாணவர்களுக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும், அப்பல்கலைக் கழகங்களுக்கு எவ்விதச் செலவுமின்றித் தனிப்பட்ட முறையில் தேசியப் பெருங்கடல் ஆய்வு நிறுவனம், கவேஷனி என்ற ஆய்வுக்கலத்தில் ஆண்டுதோறும் ஓரிரு ஆய்வுப் பயணத்தை மேற்கொள்ளச் செய்து தொடர்ந்து பயிற்சியளித்துக் கடலாய்வுப் பணிக்கான வல்லுநர்களைப் பெருக்கி வருகிறது.

ஆய்வுக்கலம் செலுத்தல். ஆய்வுக்கலம் செலுத்துவதற்குத் தேவையான வல்லுநர்கள், உதவியாளர்கள், மாலுமிகள், முதலியோரை ஆய்வுக்கழகங்கள் தனித்தனியேவேலையில் அமர்த்தி, ஆய்வுக்கலங்களை மேலாள்வது ஓர் இக்கட்டான காரியமாகும். முக்கியமாக ஆய்வுக்கலங்கள் துறை முகத்தினுள் நுழைவதற்கும், அவற்றினின்று வெளியேறுவதற்கும் ஆங்காங்கே உள்ள உள்நாட்டு, வெளிநாட்டுத்துறை முகங்களில் அவற்றிற்கான கண்காணிப்பாளர்களைத் தனித்தனியே அமர்த்திச் செயல்படுத்தி ஆய்வுப் பயணத்திற்கான திட்டம் வகுத்தலில் பொறுப்பேற்றுள்ள வல்லுநர்களையே நாடுவது, அவர்கள் அப்பணிக்காகச்செலவிடும் நேரத்தை மிகவும் வீணாக்கக் கூடும். எனவே நமது நாட்டில் தற்பொழுது சரக்குக் கலங்களை நிர்வகித்து வரும் இந்திய வணிகக் கப்பல் கழகத்தினிடம் (Shipping Corporation of India) ஆய்வுக்கலங்களைச் செலுத்தும் பொறுப்புக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும், கலங்களில் செல்லும் அறிவியல் வல்லுநர்களையும், கலம் செலுத்திடும் கப்பல் கழகத்தின் வல்லுநர்களையும் ஒருங்கிணைத்து ஆய்வுகளை நிறைவேற்றுவதில் ஆங்காங்கே சற்றுத் தடை ஏற்படுத்துவதைக் காண நேர்ந்தது. எனவே குறுகிய காலத்திட்ட ஆய்வுப்பணிகள் (எடுத்துக்காட்டாக இந்தியப் பெருங்கடலில் மங்கனிசு கனிம முடிச்சுக்களின் இருப்புக் கணிப்பு) வாடகை உடன் படிக்கையில் அமர்த்தப்பட்ட கலங்களின் மூலமாக நிறைவேற்றப்பட்டு வருகின்றன. இது ஆய்வுப் பணிகளைத் திட்டமிட்டுச் செயல்படுத்தும் அறிவியல் வல்லுநர் மிகவும் எளிதாகவும், தங்களுடைய ஆய்வுகளைத் திட்டமிட்டபடி நிறைவேற்றவும், வேறு வேலையினின்று ஈடுபாடு அகற்றிச் செயல்படவும் மிகவும் உதவியாக இருக்கிறது. இம்முறையே கடற்பகுதியில் எண்ணெய்க் கண்டுபிடிப்பினை விரைவுபடுத்த எண்ணெய் மற்றும் இயற்கை வளிம ஆணையத்தால் நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒருவேளை நமது நாட்டில் ஆய்வுக்கலங்கள் பெருகுமாயின் எல்லா ஆய்வுக்கலங்களையும் ஏற்றுச் செலுத்துவதற்கென ஒரு தனி நிறுவனத்தையே ஏற்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

ஆய்வுப் பயணங்களைக் கண்காணித்தல். ஆய்வுப் பயணத்திட்டங்களைச் செயல்படுத்துவதில் இரு தடைகள் ஏற்படலாம். ஆய்வுக் கலங்களைச் செலுத்துபவர் குறிப்பிட்ட காலத்தில் குறிப்பிட்ட தொலைவுக்கு ஓட்டிச் செல்ல முடியாதபடி தாமதம் ஏற்படலாம். அப்படி ஏற்படுமாயின் அதற்குரிய காரணத்தைக் கண்டு உடனடியாகச் சரிசெய்து செயல்பட வேண்டும். சிற்சில சமயங்களில் துறைமுகங்களிலுள்ள நீரையும் உணவுப் பொருள்களையும் வரவழைப்பதிலும், கலத்திலுள்ள எந்திரம், கருவிகள் முதலியவற்றைச் செப்பனிட்டு அவற்றிற்குரிய மாற்று உறுப்புகளை (spares) உடனடியாகக் கொணர இயலாமையிலும் தாமதம் நேரிடலாம்.

மேலும் ஆய்வுக்கலங்களில் பொருத்தப்பட்டுள்ள நவீன கருவிகளில் கோளாறு ஏற்படுமாயின், சேர்க்கப்பட வேண்டிய அறிவியல் நுட்பச் செய்திகளைத் திட்டமிட்டபடிப் பெறமுடியாத அத்தருணங்களில் கப்பலிலேயே அவற்றைச் செப்பனிடும் வல்லுநர்களை வைத்து உடனடியாகச் செப்பனிட்டு இயக்க வேண்டும். அல்லது துறைமுகம் வந்து அடைந்தவுடன் அவற்றிற்கான வல்லுநர்களை உடனடியாகக் கலங்களுக்கு அழைத்துச்சென்று அக்கருவிகளைச் சீராக்க வேண்டும். ஆய்வுப்பயணத்தின் பொழுது நடந்த ஆய்வுகளின் விளக்கங்களை அன்றாடச் செய்திகளில் கொடுக்கவும், கலங்களில் உள்ள கருவிகளில் ஏற்படும் கோளாறுகளைக் கரையிலுள்ள வல்லுநர்களைக் கொண்டு செப்பனிட வேண்டிய கருத்துகளைப் பெறவும் ஆய்வுக்கலங்களில் மிகவும் திறமை வாய்ந்த செய்திப்பரப்புக் கருவி (communications system) பொருத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

சிறிய ஆய்வுக்கலங்கள். கடற்கரையோரப்பகுதிகளில்காணப்படும் கனக்கனிமங்களின் கணிப்பிற்கும், கண்ணக மணல் (calcareous sand) இருப்புக் கணிப்பிற்கும், எண்ணெய் கொணரும் குழாய்ப்பதிப்பிற்கும், தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்பட வேண்டியகழிவு நீர்களைக் கடத்தும் குழாய்ப் பதிப்பிற்கும், சிறிய ஆய்வுக்கலங்களை அல்லது படகுகளைத் திறமையாகப் பயன்படுத்த முடிகிறது. இத்தகைய ஆய்வுகளை, ஆங்காங்கே கிடைக்கும் எந்திரம் பூட்டிய மீன்பிடிக்கும் படகுகளை வாடகைக்கு அமர்த்திக்கொண்டு விரைவில் நிறைவேற்றிட எண்ணற்ற வாய்ப்புக்கள் உண்டு. இவ்வகை ஆய்வுகள் நடத்தும்போது ஆய்வுக்கான கருவிகளைத் தற்காலிகமாகக் கிடத்தி இருக்கும் முறையினைப் படத்தில் காணலாம். இம்முறையில் பல நன்மைகள் உண்டு. அளவாய்வு செய்ய வேண்டிய பகுதிகளில் உள்ள விசைப் படகுகளை, ஆய்விற்குத் தேவையான குறுகிய காலத்திற்கு வாடகைக்கு அமர்த்துவதால், அப்படகுகளில் உள்ள ஊழியர்கள் ஆய்வு நடத்தவேண்டிய கடலோரப்பகுதிகளில் படகுசெலுத்துவதற்கான வழிமுறைகளைத் தெரிந்து வைத்திருப்பார்கள். மேலும் படகு செலுத்துவதில் ஏற்படும் எந்திரக் கோளாறு



படம் 4. ஆய்வுக்கலத்தின் துணைக்கருவிகள்

1. மின்னாக்கி 2. எக்கி 3. ஆற்றல் மாற்று எதிரொலிமானி 4. திசைகாட்டி 5. உணர்கம்பி 6. வரைபலகை 7. இருப்பிட அளவி 8. எதிரொலிமானி 9. குடைவி 10. கவ்விகள் 11. பக்க வரைவுச்சோனார் 12. காந்த அளவுப்பதிவான் 13. அதிர்வலைப் பதிவான் 14. சேற்றைத் துளைக்கும் கருவி 15. ஒட்டுநர் பகுதி 16. நீரியல் ஒலிப்பான் 17. அதிர்வலைவி 18. காந்தமானி உணர்வி 19. பக்க அளவு சோனார் ஈர்ப்பி.

களைப் பற்றி ஆய்வாளர்கள் கவலைப்படத்தேவை யில்லை. இப்படகுகளைக் கொண்டு, கம்பியில்லா மல் கடத்தப்படும் ஒலி அலைகளின் மூலம், கணிப் பிட்டு இருக்கை காணும் புதிய கருவிகளைக்கொண்டு கரையினின்று 15 கி.மீ.க்கு அப்பால் மிகவும் குறுகிய இடைவெளியில் கூட அளவாய்வு நடத்த முடியும். இத்தகைய சிறிய ஆய்வுக்கலங்களைப் பயன் படுத்தி, ஆய்வு நடத்தக் கடல் ஆய்வுக் கழகங்கள் தனித்தனியே அவற்றின் தேவைக்கும் வசதிக்கும் ஏற்ப அமைக்கவும் மாற்றவும் செய்து கொள்கின் றன. இவை போன்ற சிறிய கலங்களைக் கொண்டு ஆய்வு நடத்துவதில் தேசியக் கடலியல் கழகம் வாடகைக்கு அமர்த்துவதையே ஒரு சிறப்பான முறை யாகக் கருதுகிறது.

ஆய்வுக்கலங்களைப் பயன்படுத்துதல். இந்தியா பெரிய ஆய்வுக் கலங்களைச் சொந்தமாக 1976இலி ருந்து பயன்படுத்தி வருகிறது. நடைமுறையில் தெரிய வந்ததென்னவெனில் 42 இலிருந்து 78 விழுக்காட் டிற்கு மேல் கவேஷனி, சாகர் கன்யா போன்ற கலங் களைப் பயன்படுத்த முடியவில்லை என்பதே. ஆனால் மங்கனிசு கனிம முடிச்சுக்களைக் கண்ட றியப் பயன்படுத்திய வாடகைக்கலங்களில் 89 விழுக்காடு வரை பயன்படுத்த முடிந்தது. ஓர் ஆய்வுக்கலத்தின் முழுப்பயனையும் அடையத்தடை யாக இருப்பது இரண்டு அல்லது மூன்று வாரத் திற்கு ஒருமுறை கப்பலைத் துறைமுகத்திற்குக் கொண்டு வரும்படியாகத் திட்டமிடுவதேயாகும். இதைத் தவிர்க்கக் கப்பலிலேயே தூய நீரைக் கடல் நீரினின்று காய்ச்சி வடிக்கும் கருவி, சலவைக் கருவி கள், உணவுப் பொருள்களைப் பாதுகாக்கப் பெரிய குளிர்சாதன அறைகள் ஆகியவற்றுடன் அறிவியல் கருவிகளையும், கப்பல் எந்திரங்களையும் சீர்ப்படுத் தும் வல்லுநர்களைக் கலங்களில் ஏற்றிச் செல்லுதல், அவர்களுக்குத் தேவையான செப்பனிட உதவும் எந் திரங்களையும், கருவிகளையும் கலங்களிலேயே பொருத்துதல் முதலிய வசதிகளையும் உருவாக்கி கலம் 6 வாரத்திற்குக் குறையாதபடி பயன்படுத்தக் கூடியவாறு அதன் வலுவையும் பெருக்கினால், ஆய் வுக் கலங்களைப் பயன்படுத்தும் அளவின் விகிதத்தை அதிகரிக்கச்செய்யலாம். கடந்த ஆண்டுகளில் ஆய்வுக் கலங்களைப் பயன்படுத்திய அறிவியல் துறைகளை ஒப்பிடும்பொழுது அவற்றில் நில இயலாய்வே மிகுதி யாகக் காணப்படுகிறது. கனிம எண்ணெய் மற்றும் இயற்கை வளிம ஆணையமே தேவைக்கு அதிகமாகக் கலங்களைப் பயன்படுத்தியதால், அந்தக் கலங்களைக் கண்காணிக்கும் செலவுத் தொகையில் பெரும் பகுதியை அக்கழகமே ஏற்றுக் கொண்டது. இரண்டு அல்லது மூன்று அறிவியல் கழகங்களோ அறிவியல் கழகத் தொழிலகங்களோ ஒவ்வொரு ஆய்வுப் பயணத்திலும் தேவைக்கு ஏற்பச் சேர்ந்து அதன் செலவைப் பகிர்ந்து பயன்படுத்துமாறு திட்டமிட் டால், ஆய்வுக் கலங்களை அரசின் பொறுப்பில் ஏற்று நடத்துவது சிக்கனமாக அமையும். மேலும், இத் திட்டம் நிறைவேற்றப்படின் இத்தகைய தொழில கங்களும் உற்பத்திக் கழகங்களும் பண உதவி செய்யும். இது அறிவியல் கழகங்களுக்குப் பேருதவி யாக அமையும், அறிவியல் வல்லுநர்கள் ஓர் அறிவியல் கழகத்தில் கிடைக்காத வசதி களை, மற்றொரு கழகத்திலோ தொழிலகத்திலோ சேர்ந்து வேலை செய்வதனால் புதிய கருவிகளைக் கண்டு அறிந்து கொள்ள வாய்ப்பும், அடுத்த துறை யில் வல்லுநர்களோடு கலந்தாய்ந்து அவர்களின

அட்டவணை 2. பல அளவாய்வுகளின் செலவீட்டுக் கணிப்பு

எண்	அளவாய்வுகள்	ஒரு கி.மீ. நீளத்திற்கும்	1 சதுர கி. மீ.க்காகும் செலவு விகிதம்	ஒரு மாதிரிப் படிவிற்கான மதிப்பு, ரூபாயில்
1.	நில இயல், நில இயற்பியல் துறைகளின் வட்டார அளவாய்வு 20 கி.மீ. இடைவெளியில்	150-500	20-135	1000-1700
2.	சிறப்பாக எண்ணெய்ப் புல வளர்ச்சிக்காக			
	1) எண்ணெய்க் கிணற்றுக்கான பேடை (4-2 கி.மீ. இடைவெளியில்)	—	1500-5200	
	2) எண்ணெய் கடத்தும் குழாய்	525-1000	—	—
3.	சிறிய ஆய்வுக் கலங்களில்			
	1) கனக் கனிமங்களுக்காக	150-250	1700	125 - 150
	2) எண்ணெய் கடத்துங் குழாய்களுக்காக	550-750	—	—
	3) கழிவு நீர்மங்கள் கடத்தும் குழாய்களுக்காக	200-1100	2000	—

திறமையைப் பகிர்ந்து கொண்டு ஒவ்வோர் அறிவியல் வல்லுநரும் அறிவியல் வளர்ச்சிக்கு அடிகோலும் வாய்ப்பும் பெறுகிறார்கள். ஆய்வுக்கலங்களைப்பயன்படுத்தி ஆய்வு நடத்திய கழகங்களின் வாயிலாகக் கிடைத்த பட்டறிவிலிருந்து ஒவ்வொரு பணிக்கும் ஏற்பட்ட செலவினைக் கணிக்கும் பொழுது (அட்டவணை 2) ஒவ்வொரு தேவைக்கும் ஏற்பச் செலவின் விகிதம் வெவ்வேறாகத் தெரிகிறது. சிறிய ஆய்வுக் கலத்தினைப் பயன்படுத்தி ஒரு படிவுப் பாறையின் மாதிரியை எடுக்க 150 ரூபாய் செலவாகிறது. ஆனால் அதையே பெரிய ஆய்வுக்கலத்தின் மூலம் எடுக்க 1,700 ரூபாய் ஆகிறது என்பதால் ஆய்வுப்பணிகளை முடிந்த அளவு சிறிய ஆய்வுக்கலங்களின் மூலமாகச் செய்வதே சிக்கனமானதாகும்.

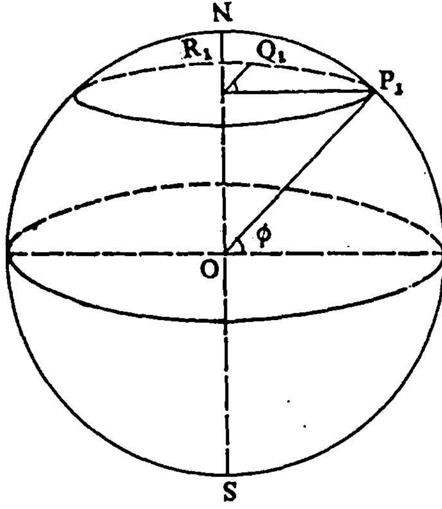
ஞா. வி. இராசமாணிக்கம்.

நூலோதி

1. Improved Uses of Research Vessels, Proc. of Intergovernmental Oceanographic commission, Workshop Report No. 36, 1985.

ஆயமுறைகள், நிலக்கோள

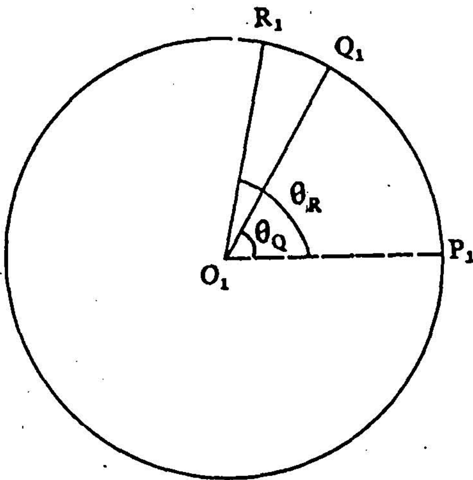
நிலக்கோளத்தின் புறப்பரப்பு ஏறத்தாழ ஒரு கோள வடிவம் கொண்டது. எனவே, நிலக்கோளத்தின் புறப்பரப்பின் மீது ஓர் இடத்தைச் சுட்டுவதற்கான ஆயமுறையை வகுக்கும்போது, பொதுவான கோளப் புறப்பரப்புகளுக்குப் பயன்படும் கோள ஆயமுறையே (spherical coordinate system)அடிப்படையாகக்கொள்ளப்படுகிறது. இத்தகைய நிலக்கோள ஆயமுறையைப் (terrestrial coordinate system) படம் 1 விளக்குகிறது. ஒரு கோளத்தைப் பொறுத்தமட்டில் அதன் மையம் மிகத் தெளிவாக வரையறுக்கப்படும் புள்ளி. எனவே கோளத்தின் மையமே ஆயங்களின் தொடக்கப் புள்ளியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. படத்தில் கோளத்தின் மையம் O எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இம் மையத்தின் வழியே வரையப்படும் எல்லாக் கோடுகளுமே கோளத்தின் அச்சாக விளங்கத்தக்கவை. எனினும் நிலக்கோளத்தைப் பொறுத்தமட்டில் அது தன்னைத் தானே சுற்றிக் கொள்வதால், இச்சுழற்சிக்கு மையமாக விளங்கும் அச்சினையே ஆயமுறையின்



படம் 1. நிலக்கோள ஆயமுறை

அச்சாகப் பயன்படுத்துகிறோம். வட, தென் துருவங்களை இணைக்கும் இவ்வச்சு NOS எனப் படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

கோளத்தின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக வெட்டு முகம் இருக்குமாறு கோளம் வெட்டப்படுகிறது. இத்தகைய வெட்டுமுகம் ஒரு வட்டமாக இருப்பதுடன், இதன் மையமும் கோளத்தின் அச்சின் மீதே அமைந்திருக்கும். இத்தகைய வெட்டுமுகங்களில் O_1 என்ற புள்ளியை மையமாகக் கொண்ட வட்டத்தினை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



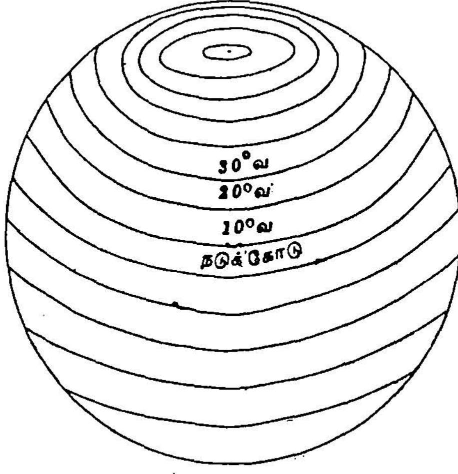
படம் 2. நிலக்கோளக் கிடைவட்டம்

இவ்வட்டத்தின் மீதுள்ள புள்ளிகள் யாவும் கோளத்தின் புறப்பரப்பின் மீதுள்ள புள்ளிகளே. வெட்டு முகத்தளம் ஒரு கிடைத்தளமாக அமையும். இத்தகைய கிடை வட்டங்களில், கோளத்தின் மையத்தைத் தனது மையமாகக் கொண்ட வட்டமே மிகப் பெரியது. இது கோளத்தின் மேல் கீழ்ப்பாதிகளுக்கு நடுவில் அமைந்து கோளத்தின் இரு சமமான பாதிகளுக்கும் பொது வரம்பாக விளங்குவதால் ஆய முறையின் மற்றொரு கூறாக இவ்வட்டம் கொள்ளப் படுகிறது. இது நில நடுவரை (equator) எனப் படும். நில நடுவரை முன்னர் பூமத்திய ரேகை என வழங்கப்பட்டது. இந்நடுவரையில் அமைந்திருக்கும் தளம் நிலநடுத்தளம் (equatorial plane) எனப்படும்.

O_1 என்ற அச்சுப் புள்ளியை மையமாகக் கொண்ட கிடை வட்டத்தின் மீது P_1,Q_1,R_1 ஆகிய புள்ளிகள் உள்ளன. இவற்றுள் எப்புள்ளியைக் கோளத்தின் மையத்துடன் சேர்த்தாலும், சேர்க்கும் கோடுகளுக்கும் (OP_1,OQ_1,OR_1 முதலியன) கிடைத்தளத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோணத்தை ஆய அளவீடாகக் கொள்ளலாம். இவ்வளவீடு ϕ என்ற கிரேக்க எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதனைத் தற்போது அகலாங்கு (latitude) என்பர். இதுவே முன்னர் அட்சரேகை என வழங்கப்பட்டது. O_1ஐ மையமாகக் கொண்ட வட்டம், நடுவரைக்கு இணையான கிடைவட்டமாகும். இது 20° அகலாங்கு எனில், இவ்வட்டத்தின் மீதுள்ள எப்புள்ளியைக் கோளத்தின் மையத்துடன் இணைத்தாலும், இணைக்கும் கோடு, நடுத்தளத்துக்கு 20° சாய்வில் இருக்கும் என்பது பொருள். இவ்வாறே ஒவ்வொரு அகலாங்கும் கோண அளவீடுகளால் வரையறுக்கப்படுகிறது. அகலாங்கு எனக் கோண அளவால் குறிப்பிடப் படுவது, புவிப்பரப்பில் அமைகின்ற ஒரு வட்டமான கற்பனைக் கோடே ஆகும்.

அகலாங்கின் புள்ளியைக் கோள மையத்துடன் இணைக்கும் கோட்டின் சாய்வு, மேல் நோக்கியதாக இருப்பின் (அதாவது, வடக்கு நோக்கி) கிடைக் கோணங்களை நேர்க்கோணங்களாகவும் (ϕ) கீழ் நோக்கியதாக இருப்பின் (அதாவது, தெற்கு நோக்கி) எதிர்க் கோணங்களாகவும் ($-\phi$) கொள்ளலாம். நிலக் கோளத்தின் அச்சில் ON வடதிசையையும், OS தென்திசையையும் குறிப்பிடுவதால் அகலாங்குகளும் இவற்றையொட்டி 20° வடக்கு (20°N) என்பது போன்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவ்வாறு வரையப்பட்ட அகலாங்குத் தொகுதிகள் படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. படம் 1 இலிருந்து கிடைக்கோணம் ϕஇன் அளவு 90° வடக்கு உச்ச எல்லையாகவும், 90° தெற்கு மறு எல்லையாகவும் கொண்டு விளங்கும் எனக் காணலாம். எனவே, நிலக்கோளப்பரப்பின் மீது விளங்கும் ஒரு புள்ளி (ஓரிடம்) எந்தக் கிடைக்கோட்டின் மீது அமைந்துள்ளது என்பதைக் குறிப்பிடுவதன் வாயிலாக அப்புள்ளியின் ஆயங்களில் ஒன்று (அகலாங்கு) வரையறுக்கப்படுகிறது.

இனி, புள்ளியை முற்றாக வரையறுக்கத்

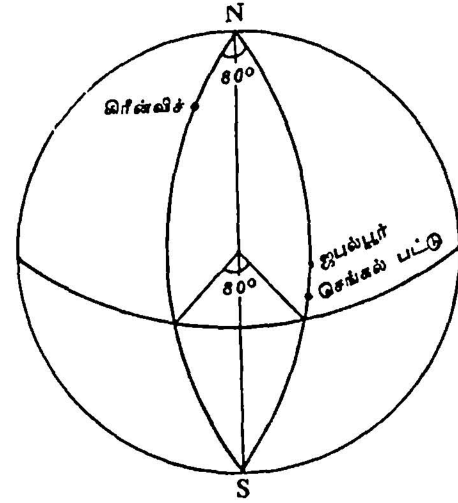


படம் 3. நிலக்கோள அகலாங்குகள்

தேவையான மற்றொருஆயமும் நிறுவப்பட வேண்டும். அகலாங்கு ϕ_1 கொண்ட அகலாங்கு வட்டக் கோடு தனி வட்டமாகப் படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ் வட்டத்தில் அமைந்துள்ள P_1, Q_1, R_1 ஆகிய புள்ளிகள் யாவற்றுக்கும் கிடை ஆயம் ஒன்றே. அது ϕ ஆனால் கிடை ஆயத்தைத் தெளிவாக வரையறுக்கக் கிடைத்தது போன்று தெளிவான அடிப்படை, மற்றொரு ஆயத்தை வரையறுப்பதற்கு அமையவில்லை. எனவே, இங்கு நாம் ஓர் உத்தியை மேற்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டதொரு புள்ளி (அல்லது அச்சு) காணப்படாத நிலையில், நாமாகவே ஏதாவது ஒரு புள்ளியை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆயமுறை ஒன்றை உருவாக்க இயலும். O_1ஐ மையமாகக் கொண்ட கிடை வட்டத்திற்கு O_1P_1 என்ற கோட்டை அடிப்படை ஆரமாகக் கொண்டால், இவ் ஆரத்திற்கும் O_1Q_1 என்ற ஆரத்திற்கும் இடையே உள்ள கோணத்தைக் குறிப்பிடுவதன் வாயிலாக Q_1 என்ற புள்ளியின் இருப்பிடத்தை முற்றாக வரையறுக்க முடிகிறது. இவ்வாறே $P_1Q_1R_1$ கோணம் R_1 என்ற புள்ளியின் இருப்பிடத்தை முற்றாக வரையறுக்கிறது. இங்கு முற்றான வரையறை என்பது P_1 என்ற புள்ளி வரையறுக்கப்படும்போதே உண்மையில் முற்றான வரையறுப்பாக இருக்க முடியும்.

மற்றும், கோளத்தின் புறப்பரப்பில் அதன் அச்சு இணையும் இரு புள்ளிகளும் துருவங்கள் (poles) என அழைக்கப்படும். இவ்விரு துருவங்கள் வழியாகவும் கோளத்தின் புறப்பரப்பின் மீது வரையப்படும் வட்டங்கள் யாவும் கோள அச்சையே விட்டமாகக் கொண்ட பெருவட்டங்களாகும். இவை ஒவ்வொரு கிடைக்கோட்டையும் சந்திக்கும் புள்ளிகளில் அவற்றுக்கிடையேயுள்ள கோணம் செங்கோணமாக விளங்கும். இத்தகைய பெருவட்டங்கள் ஒவ்வொன்றும், நெடுவரை (meridian) என அழைக்கப்படுகின்றது.

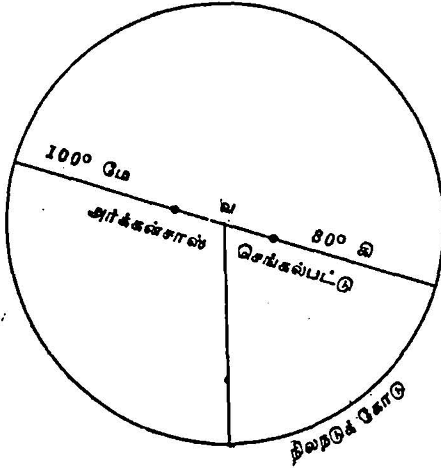
நெடுவரைகள் ஒவ்வொன்றும், நிலக்கோளத்தின் இரு முனை வழியாகச் செல்வதுடன் ஒவ்வொரு அகலாங்கு வட்டத்தையும் ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும். எனவே, படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிலக்கோளக் கிடைவிட்டத்தின் மீது காட்டப்பட்டுள்ள P_1, Q_1, R_1 முதலான புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றின் வழியாகவும் இரு நெடுவரைகள் வரைய இயலும். இந்நெடுவரைகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி நிலையான தொலைவன்று. எனவே, இவ் விடைவெளி தொலைவின் அளவீடுகளால் குறிப்பிடப்படாமல் அவைசந்திக்கும் முனையில் இவற்றுக்கிடையுள்ள கோண அளவீட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அதாவது P_1, Q_1 இவற்றின் வழியே செல்லும் நெடுவரைகளுக்கு இடையேயுள்ள கோண இடைவெளி θ எனப்படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அளவீடுகளுக்கு அடிப்படையாக P_1 வழியே செல்லும் நெடுங்கோட்டை வைத்துக் கொண்டால், Q_1 வழியே செல்லும் நெடுவரையை θ நெட்டாங்கு (longitude) எனலாம். இதனை முன்னர் தீர்க்க ரேகை என வழங்கினர். எனவே Q_1 என்ற புள்ளியின் ஆயங்களை அப்புள்ளி வழியே செல்லும் அகலாங்கு நெட்டாங்கு வாயிலாக வரையறுக்கலாம்.



படம் 4.1 கிரீன்விச் நெடுவரையும் செங்கல்பட்டு, நெல்லூர், ஜபல்பூர் அமையும் நெட்டாங்கும்

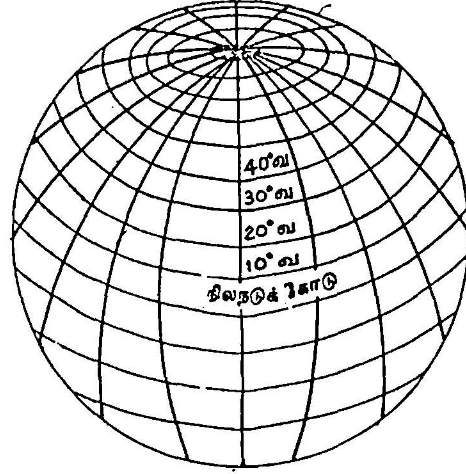
இலண்டனுக்கு அருகிலுள்ள கிரீன்விச் என்னுமிடத்தில் இராயல் வானியல் காட்சியகம் (royal astronomical observatory) அமைந்துள்ளது. அந்த இடத்தின் நெடுவரையை நெட்டாங்குகளின் தொடக்கமாக வைத்துக் கொள்வதென 1884ஆம் ஆண்டு அனைத்து நாடுகளும் ஏற்றுக்கொண்டன.

அங்கிருந்து கிழக்காகவும், மேற்காகவும் 180° வரை நெட்டாங்குகள் குறிக்கப்படுகின்றன. கிரீன்விச் நெடுவரையும் செங்கல்பட்டு, நெல்லூர், ஜபல்பூர் முதலான ஊர்களின் வழியே செல்லும் நெட்டாங்கும் நான்காம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவை அச்சில் சந்திக்கும்போது இவற்றுக்கிடையேயுள்ள கோணம் 80° (இவை நெடுவரையைச் சந்திக்கும் புள்ளிகளைக் கோள மையத்துடன் இணைக்கும் ஆரக்கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள கோணமும் அஃதே) பெருவட்டம் வடமுனையிலிருந்து மேலும் தென் முனையை நோக்கி நீட்டிக்கப்பட்டால் (இது வடஅமெரிக்காவில் அர்க்கன்சாஸ், பியரி, மான்ட்ரே முதலான ஊர்களின் வழிச்செல்லும்) பெருவட்டத்தின் இப்பாதிக்கும் கிரீன்விச் நெடுவரைக்குமிடையே 100° கோணம் இருக்கும். எனவே, பெருவட்டத்தின் இருவேறு பாதிகளும் வெவ்வேறு நெட்டாங்குகளாகக் கருதப்படுகின்றன. திசையை ஒட்டிச் செங்கல்பட்டு வழியே செல்லும் பாதி 80° கிழக்கு நெட்டாங்கு என்றும் அர்க்கன்சாஸ் வழியே செல்லும் பாதி 100° மேற்கு நெட்டாங்கு என்றும் குறிப்பிடப் படுகின்றன. இம்மரபையொட்டி, கிரீன்விச் வழியே செல்லும் பெருவட்டத்தின் மறுபாதியை 180° கிழக்கு என்றோ 180° மேற்கு என்றோ படம் 4.2 இல் உள்ள படி, எவ்வாறு குறிப்பிட்டாலும் பொருந்தும் (180° நெடுவரை எனக் குறிப்பிடலே போதும்). இவ்வாறு



படம் 4.2. 100° மேற்கு நெட்டாங்கும் 80° கிழக்கு நெட்டாங்கும்

வரையப்பட்டுள்ள நெடுவரைகளின் தொகுதியொன்று படம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனவே, நிலக்கோளத்தின் பரப்பில் எந்தவொரு புள்ளியையும் காட்டத் தேவையான ஆயங்களாக அப் புள்ளி வழியே செல்லும் அகலாங்கு, நெட்டாங்குகளைப் பயன்படுத்தும் மரபினைப் பல்வேறு நிலப்



படம் 5. நிலக்கோள அகலாங்குகளும் நெட்டாங்குகளும்

படங்களும் பின்பற்றி வருகின்றன. நிலக்கோள ஆயமுறைக்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகள்.

தஞ்சை	10.47° வ,	79.10° கி
சேலம்	11.39° வ,	78.12° கி
கோவை	11.02° வ,	76.59° கி
மதுரை	9.55° வ,	78.10° கி
திருச்சி	10.45° வ,	78.45° கி
சென்னை	13.08° வ,	80.17° கி
சிட்னி	33.53° தெ,	151.10° கி
சிகாகோ	41.53° வ,	87.40° மே.

ஓரிடத்தின் ஆயங்கள் முற்றும் கோண அளவீடுகளிலேயே வரையறுக்கப்படுகின்றன. இவ்வரையறைகளைக் கொண்டு தொலைவுகளை மதிப்பீடு செய்ய உதவும் சில குறிப்புக்களைக் கீழே காணலாம்.

நிலக்கோளத்தின் தோராயமான ஆரம் 6378.388 கிலோ மீட்டர்; நடுவரை நீளம் 40,066.59 கிலோ மீட்டர்; நிலக் கோளத்தின் மீது வரையப்படும் நெடுவரைகளின் சுற்றளவும் 39999.45 கிலோ மீட்டரே.

நெடுவரைகள் ஒவ்வொன்றும் பாதிப் பெருவட்டங்களே. இவை 90° தெற்கிலிருந்து தொடங்கி 90° வடக்கு வரையுள்ள அகலாங்குகளைச் சீரான இடைவெளிகளில் சந்திக்கின்றன. எனவே, ஒரு கிடைக் கோட்டிற்கும் அதற்கடுத்த (முழுப்பாகை இடைவெளியில்) கிடைக் கோட்டிற்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி 111.18 கிலோமீட்டர். இதில் அறுபதில் ஒரு பங்குத் தொலைவு (அதாவது 1853 மீட்டர்) ஒரு கடல் மைல் (nautical mile) என அழைக்கப்படுகிறது. கடற் பயணத்தில் இவ்வளவீடே பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அகலாங்கு வழியாகத் தொலைவுகளை அளக்கும் போது ஒரு பாகை இடைவெளியிலுள்ள இரு

நெட்டாங்குகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு,அகலாங்குக் கோணத்தை ஒட்டி மாறுபடும்.

$$\phi\ \frac{\text{அகலாங்குக் கோட்டில் இடைவெளி}}{\text{நில நடுக்கோட்டில் இடைவெளி}} = \cos\phi$$

என்ற உறவைப் பயன்படுத்தி இடைவெளித் தொலைவுகளைக் கணக்கிடலாம். எவ்விரு புள்ளிகளுக்கும் இடையிலுள்ள மிகக் குறைந்த தொலைவு அவ்விரு புள்ளிகளின் வழியே செல்லும் பெருவட்டத்தின் போக்கிலேயே இருக்கும். இத்தொலைவைக் கோண ஆயங்களிலிருந்து கணக்கிடும் முறைகளைக் கோளக் கோணவியல் (spherical trigonometry) எனும் துறையில் அறியலாம்.

நிலக்கோள அச்சு 23° 30′ சாய்ந்துள்ளது. சில குறிப்பிட்ட அகலாங்குகள் தனித்தனிப் பெயர்களில் வழங்குகின்றன. அவை பின் வருமாறு.

எண்	பெயர்	அகலாங்கு
1)	வடதுருவம்	90° 00′ வ
2)	ஆர்க்டிக் வட்டம்	66° 30′ வ
3)	கடகவரை	23° 27′ வ
4)	நிலநடுவரை	0°
5)	மகரவரை	23° 27′ தெ
6)	அன்ட்டார்டிக் வட்டம்	66° 30′ தெ
7)	தென்துருவம்	90° 00′ தெ

கோள வடிவான நிலக்கோளத்தின் புறப்பரப்பைச் சமதளத் தாள்களில் நிலப்படங்களாக வடிப்பதில் சிக்கல்கள் பல; இவற்றை நிலப்படவியலில் (cartography) காணலாம். இவற்றின் விளைவாகச் சில பொய்மைத் தோற்றங்களைத் தவிர்க்க முடிவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாகச் செவ்வக உலகப் படத்தில் கிரீன்லாந்து தீவு அதன் உண்மையான அளவை விட மிகப் பெரிதாகத் தோற்றமளிக்கிறது. காண்க, கோளக்கோணவியல்; நிலப்படவியல்.

அ. இளங்கோவன்

நூலோதி

1. கோவிந்தராசன், தா., முத்துசாமி, கொ., வானியல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1971

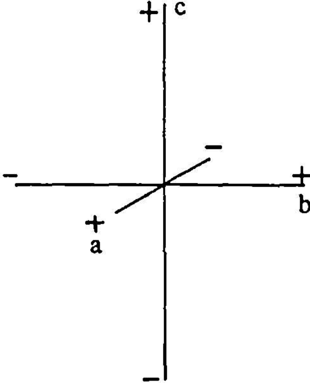
2. Gorshkow,G., Yakushova,A., Physical Geology, Mir Publishers, Moscow, 1967.

ஆயமுறைகள், படிகவிளக்க

ஒரு படிகத்தை முப்பருமான வெளியில் அளவியலாக வரையறுக்கப் பயன்படும் ஆயமுறைகள் படிகவிளக்க ஆயமுறைகள் (crystallographic co-ordinates) எனப்படுகின்றன. இவை படிகக் கட்டமைப்புக்கு ஏற்ப உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றை உருவாக்க, ஒரு படிகத்தைத் தெளிவாகவும் துல்லியமாகவும் விவரிப்பதற்கு ஏற்றதாகவும், எல்லாப்படிகங்களுக்கும் ஒரே வகையான அடிப்படைகளைக் கொண்டு அவ்விவரிப்புகளை உள்ளடக்க இயன்றதாகவும், அமையத்தக்க தொருமுறையானகோட்பாட்டைக்கணிதவியல் அடிப்படையில் உருவாக்க வேண்டும். வடிவக் கணித முறையில் எந்த ஒரு படிகத்திற்கும் ஒரு மையப் புள்ளி இருந்தாக வேண்டும் என்பதும், அதன் வழியே ஒரு குறிப்பிட்ட சில கோடுகள் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடும் என்பதும் அடிப்படை உண்மைகளாகும். இந்த அடிப்படையில் வரையப்படும் கோடுகளே ஒரு படிகத்தின் அச்சுகளாகக் கருதப்படுகின்றன. இவ்வச்சுகள் செல்லும் பக்கமும் போக்கும் பெரும்பாலும் குறிப்பிட்டவகைப் படிகத்தின் சமச்சீர்மையைக் கொண்டே தீர்மானிக்கப்படும். ஏனென்றால் படிக விளக்க அச்சுகள் (crystallographic axes) அப்படிகத்தில் காணப்படக்கூடிய சமச்சீர்மைத் தளங்களையே (plane of symmetry) பெரிதும் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. மேலும் இப்படிக விளக்க அச்சுக்களின் நீளங்கள் அப்படிகத்தில் அமைந்துள்ள சமச்சீர்மையைப் பொறுத்தோ அப்படிகங்களில் உள்ள பக்கங்கள் வீற்றிருக்கும் போக்கைப் பொறுத்தோ வரையறுக்கப்படுகின்றன. எனவே ஒரு படிகத்தைக் கண்பார்வைக்கு நேரெதிராகக் கொணரும்பொழுது அப்படிகத்திற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட படிக விளக்க அச்சுகளை அதன் சமச்சீர்மையைப் (symmetry) பொறுத்து உருவாக்கலாம். அப்படிகத்தின் பக்கங்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு நீள விகிதத்தைக் கொடுத்து அதன்படி, படிகத்தின் பக்கங்களைக் குறியீடுகளால் குறிப்பிடலாம்.

எனவே, இவ்வச்சுக்களைத் துல்லியமாக உருவாக்குவதும் அவற்றின் நீள விகிதங்களைத் துல்லியமாக அளவிடுவதும் ஒரு படிகத்தைத் தெளிவாகக் குறிப்பிட இன்றியமையாதனவாகும். மேலும் இயற்கையில் காணப்படும் கனிமங்கள், இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட கோட்பாட்டு அடிப்படைகளை விளக்க வல்லனவாய் அமைதல் வேண்டும். எனவேதான் படிகங்களை விளக்கப் படிகவிளக்க ஆயமுறைகளில் கணிதவியலாக உருவாக்கப்பட்ட அச்சுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளத்தை நிலைவரம்பாகப் (norm) பெற்றிருப்பதாகவும் கொண்டுள்ளார்கள். இவற்றைப் படிக அச்சுகள் (crystal axes) என்று குறிப்பிடுகிறார்கள். அவற்றைப் பார்ப்பவர்க்கு முன்னோக்கியும் வலப்புறம் நோக்கியும் மேற்புறம் நோக்கியும் உள்ள முனைகள் நேர்மறை முனைகள் (+) என்றும் இவற்றின் எதிர்ப்போக்கிலுள்ள முனைகள் எதிர்மறை முனைகள் (—) என்றும் கொள்ளப்படுகின்றன.

இவ்வாறு கணிக்கப்பட்ட மூன்று அச்சுகளும்



படம் 1. a, b, c என்ற மூன்று அச்சுகளின் நேர்மறை எதிர்மறை முனைகளின் இருப்பிடங்கள்

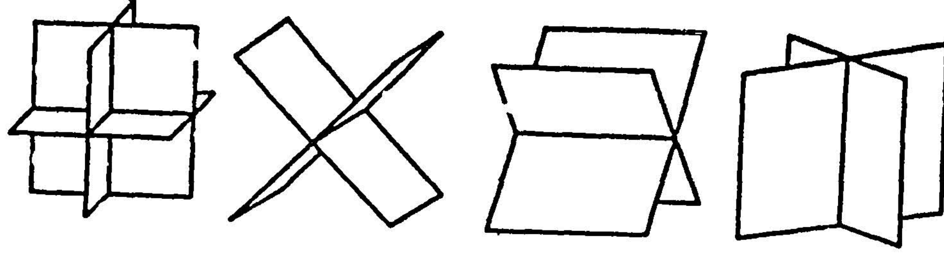
ஒன்றாகவே இருக்குமாயின், அவை a_1, b_2, c_3, என்றும் ஓர் அச்சு மட்டும், அதாவது, நிலை அச்சு மட்டும் மாறுபட்டுக் காணப்படுமாயின், அவை a_1, b_2, c என்றும் இரு அச்சுகள் மட்டும், அதாவது ஒரு கிடை அச்சும், நிலை அச்சும் மாறுபட்டுக் காணப் படும்பொழுது அவை a, b, c என்றும் குறிப்பிடப் படுகின்றன. ஒரே ஒரு படிக விளக்கத் தொகுதியில் மட்டும் நான்கு அச்சுகள் உள்ளன. அவற்றில் உள்ள மூன்று சமக்கிடை அச்சுகளை a_1, a_2, a_3 என்றும் நிலை அச்சை c என்றும் குறிப்பிடுவர். செஞ்சமச் சதுரப்படிகத் தொகுதி (isometric system of crystal) யைத் தவிர ஏனைய படிகத் தொகுதிகளில் ஒரு கிடை அச்சு (a) எப்பொழுதுமே அச்சுகளின் ஒற்றை நீளமாக (unit length) எடுத்துக்கொள்ளப்படு கிறது. கிடை அச்சின் நீளத்துடன் ஒப்பிட்டு, ஒவ்வொரு படிகத்திற்கும் ஏனைய அச்சுகளின் நீள விகிதம் $\frac{a}{a} : \frac{b}{a} : \frac{c}{a}$ எனத் தனித்தனியே வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, கந் தகக் கனிமத்தின் படிக அச்சுகளின் (படம் 1) நீள விகிதத்தை a: b: c = 0.8131: 1: 0.9034 என்று கண்டுள்ளார்கள். அதைப் போல் நாற்கோணப் படி கத் தொகுதியில் (tetragonal system of crystal) படிக மாகும் ரூட்டைல் (rutile) என்ற கனிமத்தின் நீள விகிதத்தை a: b: c = 1:1:0.64415 அல்லது இரு கிடை அச்சுகளும் ஓர் அலகு நீளத்தைப் பெற்றிருப் பதால் இத்தொகுதியில் காணப்படும் கனிமங்களின் படிக அச்சு நீளவிகிதம் அதன் நிலை அச்சு நீள விகிதத்தை மட்டும் குறிப்பிட்டு, அதாவது c = 0.64415 என்று குறிப்பிட்டுக் காட்டப்படுகிறது.

இரண்டு அச்சுகளை உள்ளடக்கும் ஒரு சமதளம் அச்சுத்தளம் (axial plane) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இம்மாதிரியான மூன்று அச்சுத்தளங்கள் இணைந்து உள்ளடக்கும் வெளியை (space) அரைக்கால் பகுதி (octant) என்று குறிப்பிடுவது வழக்கம். ஒரு படி கத்தின் மொத்தப் பகுதியை அப்படிகத்தின் நடுத் தளத்தின் வழியே இரண்டு கிடை அச்சுகளும் ஒரு நிலை அச்சும் சேர்ந்து 8 அரைக்கால் பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றன. அறுகோணப் படிகத்தொகுதியில் உள்ள மூன்று கிடை அச்சுக்களும் ஒரு நிலை அச்சும் படிகத்தை 12 சமக்கூறுகளாகப் பிரிக் கின்றன.

ஒவ்வொரு படிகமும் அடக்கியுள்ள பக்கங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட சமச்சீர்மை விதியால் (law of symmetry) வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சமச்சீர்மை யின் கூறுகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை, சமச்சீர்மைத் தளம் (plane of symmetry), சமச்சீர்மை அச்சு (axis of symmetry), சமச்சீர்மை மையம் (centre of symmetry) என்பன வாகும். இச்சமச்சீர்மைகள் ஒரு படிகத்தில் முழுமை யாகவும், பகுதியாகவும் காணப்படலாம். மூன்றும் கலந்தோ தனித்தனியாகவோ அமையலாம். ஒரு படிகத்தில் இம்மூன்று சமச் சீர்மைக் கூறுகளும் இருக்க வேண்டும் என்பது கட்டாயமில்லை.

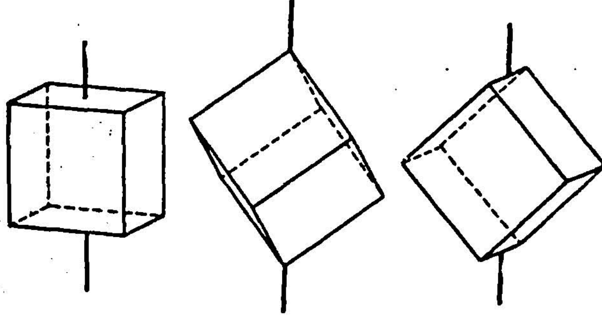
சமச்சீர்மைத்தளம். ஒரு படிகத்தின் ஒரு பக்கத்தில் அமைந்துள்ள ஒவ்வொரு முகமும் விளிம்பும் திண்மக் கோணமும் திரும்பவும் அதன் எதிர்ப்பக்கத்தில் காணப்பட்டால் இந்த இரு பக்கங்கட்கு இடையில் ஒரு சமச்சீர்மைத் தளம் உள்ளதாகக் கூறலாம் (படம் 2). அதாவது, ஒரு படிகத்தின் ஒரு தளத்தின் இருபக்கங்களும் சமதள ஆடியின் பொருளும் அதன் படிமமும் (image) ஒன்று போல அமைந்தால் அத் தளம் அப்படிகத்தின் சமச் சீர்மைத் தளம் எனப் படும். இம்மாதிரி ஒரே வடிவம் ஒரு படிகத்தில் பேரளவாக 9 தளங்களில் திரும்பத் திரும்பக் காணப் படலாம். அவற்றில் 3 படிக அச்சுகளின் குறுக்கே செல்லும் தளங்களும் படிக அச்சுகளின் இடையே உருவாகும் மூலைவிட்டங்களின் வழியே உருவாகும் தளங்களும் உள்ளடங்கும்.

சமச்சீர்மை அச்சுகள். ஒரு கற்பனைக் கோட்டில் ஒரு படிகத்தை நிறுத்தி அந்த அச்சின் நிலையில் படி கத்தைச் சுழற்றும்பொழுது ஒரு பக்கத்தில் இருப்பது போல் மற்றொரு பக்கம் காணப்படும்பொழுது அப்படிகத்துக்குச் சமச்சீர்மை அச்சு இருப்பதாகக் குறிப்பிடலாம். ஒரு படிகத்தை ஒருமுறை சுற்றும் பொழுது, அதாவது, 360° சுற்றும்பொழுது, ஒத்தவடிவம் இருமுறை வரும்போது அதை இருகோணச் சமச்சீர்மை அச்சு (digonal symmetric axis) என்றும், மூன்று முறை, அதாவது ஒவ்வொரு 120° சுற்றுக்கும், ஒத்த வடிவம் வரும்போது அதை முக்கோணச் சமச் சீர்மை அச்சு (trigonal symmetric axis) என்றும் நான்கு முறை, அதாவது ஒவ்வொரு 90° சுற்றுக்கும், ஒத்தவடிவம் வரும்போது அதை நாற்கோணச் சீர்மை அச்சு (tetragonal symmetric axis) என்றும் ஆறுமுறை, அதாவது ஒவ்வொரு 60° சுற்றுக்கும் ஒரு



படம் 2. ஒரு பருசதுரத்தின் சமச்சீர்மைத் தளங்கள்.

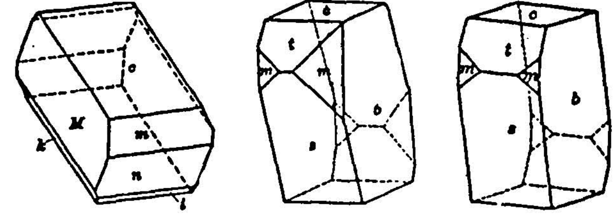
முறை ஒத்த வடிவம் திரும்பத் திரும்ப அந்த இடத்தில் வருமேயானால் அதை அறுகோணச் சீர்மை அச்சு (hexagonal symmetric axis) என்றும் வரையறுக்கப்படும். இவை இருமடி அச்சு, மும்மடி அச்சு, நான்மடி அச்சு, அறுமடி அச்சு என்றும் கூறப்படுவதுண்டு.



படம் 3. ஒரு பருசதுரத்தின் சமச்சீர்மை அச்சுக்கள்

சமச்சீர்மை மையம். பெரும்பாலான படிகங்களில் சமச்சீர்மை அச்சும் சமச்சீர்மைத் தளமும் அமைவதோடு சமச்சீர்மை மையமும் அமைவதுண்டு. அல்லது சில வகைகளில் சமச்சீர்மைத் தளமோ சமச்சீர்மை அச்சோ அமையாமல் சமச் சீர்மையம் மட்டும் அமையலாம். எடுத்துக்காட்டாக முச்சரிவுத் தொகுதியில் படிகமாகும் படிகங்கள் இப்பண்பைப் பெற்றுள்ளன (படம் 4).

ஒரு படிகத்தின் ஒரு முகப் பரப்பின் ஒரு புள்ளியிலிருந்து வரையப்பட்ட கற்பனைக்கோடு அதன் மையத்தின் வழியே சென்று எதிர்முகப் பரப்பில் சம தொலைவில், அதேபோன்ற புள்ளியைச் சந்திக்கும் பொழுது அங்கு சமச்சீர்மையம் உள்ளது என்று கருதப்படுகிறது. அல்லது ஒரு படிகத்தின் ஒவ்வொரு முகமும் விளிம்பும் திண்மக் கோணமும் தனது எதிர் அரைப் படிகத்தில் அவற்றை ஒத்த

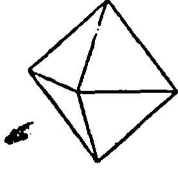


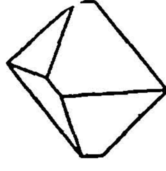
படம் 4. சமச்சீர்மைத்தளமோ அச்சோ அமையாமல் சமச்சீர்மை மையம் மட்டும் உள்ள படிக அமைப்புகள்.

அ. ரோடோனைட்டு, ஆ. ஒலாந்தைட்டு

முகமும் விளிம்பும் திண்மக் கோணமும் பெற்றிருந்தால் சமச் சீர்மை மையம் ஒன்று படிகத்தில் அமைந்துள்ளது எனலாம். அல்லது படிகத்தை ஒரு அச்சில் 60° அல்லது 180° சுற்றும்போது சுழலச்சுக்குச் செங்குத்துத் தளத்தில் முகங்களின் ஒத்த எதிர்பலிப்புக் கிடைத்தால் அப்படிகத்தில் சமச் சீர்மையம் அமைந்துள்ளது எனப் பொருள். வடிவ இயல் சமச்சீர்மைக்கும் (geometrical symmetry) படிகவியல் சமச்சீர்மைக்கும் (crystallographical symmetry) இடையே வேறுபாடு உள்ளது. படிகவியலில் சமச்சீர்மை என்பது அப்படிகத்தினுடைய அணுக்களின் உள் அமைப்பைப் பொறுத்தது. அவ்வணுக்கள் ஒவ்வொரு இணைத்தளத்திலும் ஒரே மாதிரியாக அமைந்து காணப்படும். அவை அமைந்த தளங்களுக்கு இடையேயுள்ள கோண அளவையே முக்கியமாகக்கொண்டனவாகும். ஒரேமாதிரியான பக்க அமைப்பையோ அப்பக்கங்கள் ஒரு சமச்சீர்மைத் தளத்தினின்று அல்லது ஒரு சமச்சீர்மை மையத்தினின்று அமைந்துள்ள தொலைவுகளைப் பொறுத்தோ இப்படிகச் சமச்சீர்மை அமைவது இல்லை.

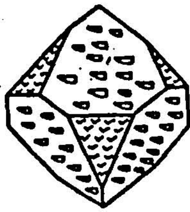
படத்தில் (படம் 5) காட்டியுள்ள ஒரு ஒழுங்கான எண் பட்டக வடிவமும் (regular octahedron) ஒரு உருத்திரிபுற்ற எண்பட்டக வடிவமும் (distorted





படம் 5. ஓர் ஒழுங்கான எண் பட்டக வடிவமும் உருத்திரிபுள்ள எண் பட்டக வடிவமும் (படிகச் சமச்சீர் மைக்கும் வடிவச் சீர்மைக்கும் உள்ள வேறுபாடு).

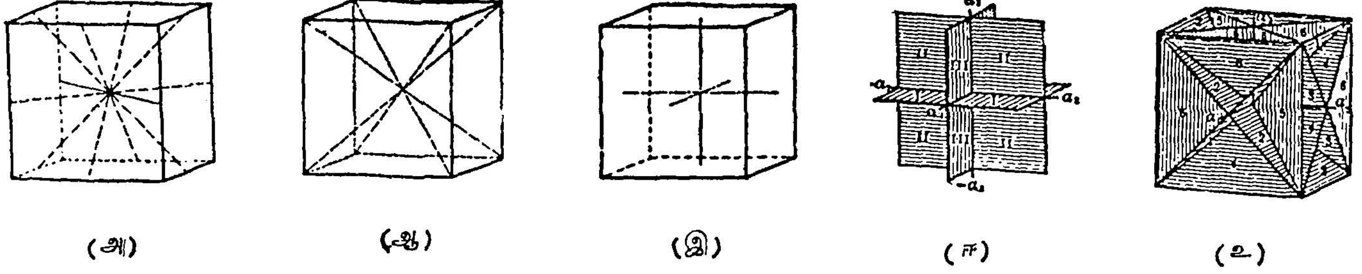
octa hedron) அருகில் வைத்துப் பார்க்கும் போது உருவில் வேறுபட்டவை போல் காணப்படும். ஆனால் கோண அளவுமானியில் (goniometer) அவற்றின் முகத்திடைக் கோணங்களை (interfacial angle) அளந்தால் அவை ஒரே அளவாக இருப்பதைக் காணலாம். உருவத்தில் வேறுபட்டிருந்தாலும் அவை கட்டமைப்பில் ஒன்றாக இருப்பதைக் கொண்டு அங்கு வடிவ இயல் சமச்சீர்மை இல்லை என்றாலும் படிகவியல் சமச்சீர்மை உண்டு என்பது உறுதியாகிறது. ஒரு படிகத்தில் ஒத்த சமப்பக்கங்கள் படிக மையத்தினின்று சமத்தொலைவில் முழு வடிவில் அமைந்து காணப்படுவது அரிது. எனவே படிகவியலில் விதிமுறைக் கோட்பாடுகளுக்குள் கொணர வேண்டி எப்பொழுதும் ஒரு படிக இயல் சமச் சீர்மையை ஒரு வடிவியற் சமச் சீர்மைக்கு ஒத்த முறையில் உருவகப்படுத்திக் காண்பதே படிகவியலுக்கு உரிய முறையாகும். பல படிகங்கள் இயற்கையில் உருத்திரிந்து வடிவமைப்பில்லாமல் காணப்படுகின்றன. உருக்குலைந்து காணப்படும் இத்தகைய படிக வடிவத்தில் (crystalline form) உள்ள ஒத்த பக்க அமைப்புகளைக் கரைப்பான்களால் (solvents) உருவாக்கப்படும் அரிப்பு அடையாளங்களிலிருந்தும் (படம் 6) அவற்றின் ஒத்த மிளிர்வு, கடினத்தன்மை,



படம் 6. உருத்திரிபுற்ற குவார்ட்சு கனிமப் படிகத்தில் கரைசல்களினால் ஏற்படுத்தப்பட்ட அரிப்பு அடையாளங்களின் ஒற்றுமை

மின்கடத்தல் போன்ற இயல்புகளிலிருந்தும் படிக இயல் சமச்சீர்மையை அறிந்து கொள்ள வாய்ப்பு உண்டு. ஒரு குவார்ட்சு கனிமத்தில காணப்படும் ஒரே வடிவமுள்ள அரிப்புப் பண்பு, ஒத்த பக்கங்களில் இருப்பதைப் படத்தில் காணலாம் (படம் 6). சில படிகங்களில் இச்செயற்கை முறை அரிப்பு உருவங்கள் (etching figures) ஒரு கீழ்நிலைச் சமச்சீர்மையுடன் (lower symmetry) இருப்பதாகக் காட்டக்கூடும். ஆனால் எக்ஸ்கதிர் (x-ray) செய்முறைகள் அல்லது தீமின் எக்ஸ்கதிர் (pyroelectric x-ray) செய்முறைகள் ஓர் உயர்நிலைச் சமச்சீர்மை (higher symmetry) உள்ளது போல் காட்டக்கூடும். இத்தகைய படிகங்கள் அமைப்பில் உயர்நிலைச் சமச்சீர்மை பெற்றிருப்பது போல் காட்டினாலும் அதனுடைய பக்கவாட்டு அணு அணிக்கோப்பு முறையிலும் (lattice atomic tendencies) இருப்புகளிலும் அது ஒரு கீழ்நிலைச் சமச்சீர்மையைப் பெற்றுவிட்டது போல் அமையும் பொழுது, அவை இருநிலைச் சமச்சீர்மையைப் (amphi-symmetry) பெற்றிருக்கின்றன என்று குறிப்பிடுகிறார்கள். சில படிகங்கள் அவற்றின் முகத்திடைக் கோணங்கள் அவற்றின் உண்மையான சமச்சீர்மையை விட உயர்நிலைச் சமச்சீர்மைப் படிகங்களுக்கு உரிய கோணங்களைக் கொடுத்து அவை உயர்நிலைச் சமச்சீர்மைப் படிகத் தொகுதியின் கீழ், படிகமாயிருப்பதுபோல் காண்பிக்கும்பொழுது, அவை போலிச் சமச்சீர்மையைப் (pseudo symmetry) பெற்றிருக்கின்றன என்று குறிப்பிடுகிறார்கள். எடுத்துக்காட்டாக, அபிரகம் (mica) ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதியில் படிகமானாலும் அதன் கோண அளவுகள் செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதியைப் போன்றோ அல்லது சாய்சதுரப் படிகப் பிரிவைப் போன்றோ இருக்கும். சில சமயங்களில் அரகோனைட்டு (Aragonite) என்ற படிகம் உண்மையாகவே செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகமானாலும் அது பெற்றுள்ள இரட்டுறல் பண்பினால் அறுகோணத் தொகுதியில் உருவான படிகம் போல் காட்சியளிக்கும். இத்தகைய போலிச் சமச் சீர்மையை ஒப்புப் போலிச் சமச்சீர்மை (mimetic symmetry) என்பர். தங்கம், செம்பு போன்றவற்றின் படிகங்கள் சில சமயங்களில் கீழ்நிலைச் சமச்சீர்மை பெற்றிருப்பது போல் போலிச் சமச்சீர்மை பெற்றும் காணப்படும்.

படிகங்களின் மேற்கூறிய சமச்சீர்மை இயல்புகளைக் கொண்டு 32 படிக வகுப்புகள் படிகவியலில் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் காணப்படும் ஒளியியல் பண்புகளின் ஒற்றுமைகளை வைத்து ஆறு பெரும் தொகுதிகளாக அவை குறிப்பிடப்படுகின்றன. அந்தந்தத் தொகுதியில் பேரளவில் அமையும் சமச்சீர்மையைக் காட்டக்கூடிய வகுப்பை அந்தந்தத் தொகுதியின் இயல்புவகுப்பு (normal class) என்று அழைப்பர். இந்த இயல்பு வகுப்புக்களின் சமச்சீர்மை இயல்புகளையும் அவற்றின் படிக ஆயமுறையையும் கொண்டு படிகவியலில் உள்ள ஆறுபடிகத் தொகுதிகளின் வேறுபாடுகளைக் காணலாம்.



படம் 7.. செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதியின் சமச்சீர்மைகள்

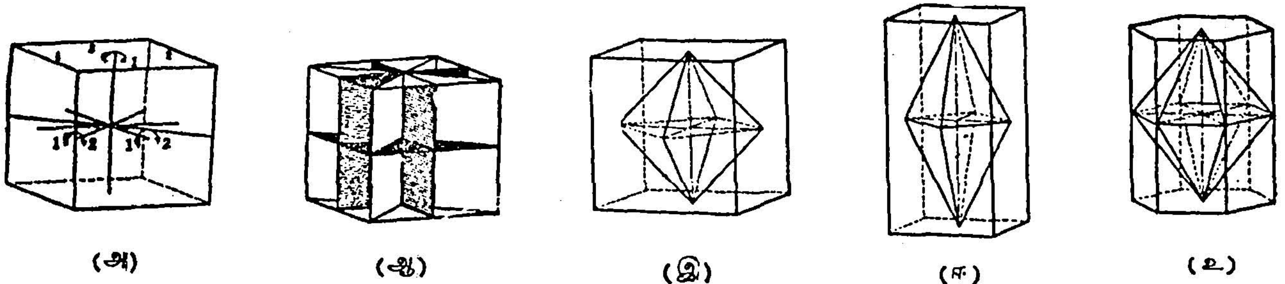
அ. எதிர்ப்பக்கங்களின் விளிம்புகளின் மையப்புள்ளிகளை இணைக்கும்போது அமையும் இருகோணச் சமச்சீர்மை அச்சு ஆ. எதிர்த் திண்மக் கோணங்களை இணைத்துச் செல்லக்கூடிய அச்சுக்களின் வழியே முக்கோணச் சமச்சீர்மை அச்சு இ. எதிர்ப்பக்கங்களில் அமையும் புள்ளிகளை இணைக்கும் போது அச்சுக்களின் வழியே அமையும் நாற்கோணச் சமச்சீர்மை அச்சு ஈ. சதுரத்தின் சமச்சீர்மைத் தளங்கள் உ. பருச் சதுரத்தின் சமச்சீர்மைத் தளங்கள்.

செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதி (isometric system). ஒன்றுக்கொன்று சம நீள அளவுடன் செங்குத்தாக அமைந்துள்ள மூன்று அச்சுகளைக்(a_1, a_2, a_3) கொண்டுள்ள படிகத் தொகுதியான இதில் மூன்று அச்சுத் தளங்களுக்கு இணையான சமச்சீர்மைத் தளங்களும் (படம் 7) ஆறு மூலைவிட்டத் தளங்களுக்கு இணையான சமச்சீர்மைத் தளங்களும் (படம் 7) உள்ளன. இதில் மூன்று செங்குத்து அச்சுக்களுக்குச் சமமான ஒரு நாற்கோணச் சமச்சீர்மை அச்சும் (படம் 7இ), நான்கு மூலைவிட்ட அச்சுக்களுக்குச் சமமான ஒரு முக்கோணச் சமச்சீர்மை அச்சும் ஒரு சமச்சீர்மை மையமும் உள்ளன. எனவே, இதில் 23 சமச்சீர்மைக் கூறுகள் அடங்கியுள்ளன.

நாற்கோணப்படிகத் தொகுதி (tetragonal system). இதில் மூன்று படிக அச்சுகளும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக அமைந்துள்ளன. இவற்றில் இரண்டு கிடை அச்சுகள், சமநீளமுடையனவாக உள்ளன. மூன்றாவது அச்சு இவற்றுக்குச் செங்குத்தாக இவற்றைவிட நீளமாகவோ, குட்டையாகவோ அமைந்திருக்கும். இரண்டு அச்சுகளின் வழியே செல்லக்கூடிய இருநிலைச் சமச்சீர்மைத் தளங்களும், இரண்டு அச்சுகளின் கோணத்தை இருசமக் கூறாக வெட்டும் மூலைவிட்டக் கோடுகளுக்கு இணையாக அமைந்த இரண்டு நிலைச் சமச்சீர்மைத் தளங்களும், ஒரு கிடை மட்டச் சமச்சீர்மைத் தளமும், கிடை அச்சுகளின் மையத்தைக் கொண்டு கிடைக்கக் கூடிய நான்கு கிடைமட்ட இருகோணச் சீர்மை அச்சுகளும், (படம் 8 ஆ) ஒரு சமச் சீர்மை மையமும், ஒரு முதன்மை நாற்கோணச் சமச் சீர்மை அச்சும் கொண்டுள்ளன படம் (8 இ., ஈ). எனவே இதில் 11 சமச்சீர்மைக் கூறுகள் அடங்கியுள்ளன.

இப்படிகத தொகுதியின் தொடர்பைப் படம் 8உ அறுகோணத் தொகுதியுடனும், செஞ்சமச் சதுரப் படிகத் தொகுதியுடனும் ஒப்பிட்டுக் காண்பிக்கிறது.

அறுகோணப் படிகத் தொகுதி (hexagonal system). இத்தொகுதியில் நான்கு படிக அச்சுகள் உள்ளன. அவற்றில் உள்ள மூன்று கிடை அச்சுகள் சம நீளமுடையன. தம்மிடையே 120° கோண அளவை உடையன. இவை மூன்றிற்கும் செங்குத்தாக ஒரு நிலை அச்சு இவற்றைவிட நீளமாகவோ குட்டை

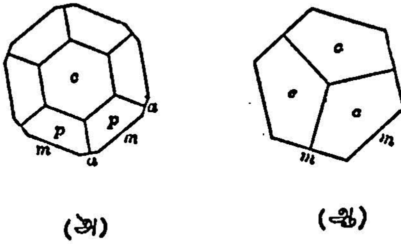


படம் 8. நாற்கோணப் படிகத் தொகுதியின் சமச்சீர்மை அச்சுகள்

அ. நாற்கோணப் படிகத் தொகுதி ஆ. நாற்கோணப்படிகத் தொகுதியின் சமச்சீர்மை அச்சுகள் இ. செஞ்சமச் சதுரப்படிகத் தொகுதி ஈ. நாற்கோணப் படிகத்தொகுதி உ. அறுகோணப்படிகத்தொகுதி.

யாகவோ அமைந்திருக்கும். இத்தொகுதியில் ஆறு நிலைச் சமச்சீர்மைத் தளங்கள் உள்ளன. இவற்றில் மூன்று தளங்கள் ஒன்றையொன்று ஒத்த முறையில் சந்திக்கக் கூடியனவாயும், அவ்வாறு சந்திக்கும் கோடுகள் படிக விளக்க அச்சுகளாகவும் அமைகின்றன. மேலும் உள்ள மூன்று சமச்சீர்மைத் தளங்களும் முதலில் கூறிய சமச்சீர்மைத் தளங்களுக்கு இடையில் உள்ள கோணத்தை இரு சமக்கூறாக வெட்டியபடி அமைகின்றன. இத்தொகுதியில் இவற்றுக்குச் செங்குத்தாக அமைந்த கிடைச்சமச் சீர்மைத் தளமும் உள்ளது. நிலை அச்சை மையமாகக் கொண்டு சுழற்றும்போதுஒரு முதன்மைஅறுகோணச் சமச்சீர்மை அச்சும், நிலை அச்சிற்குச் செங்குத்தாகச் சுழற்றும்போது ஆறு இருகோண சமச்சீர்மை அச்சுகளும் இத்தொகுதியில் அடங்கியுள்ளதைக் காணலாம். இவற்றில் ஒரு சமச்சீர்மை மையமும் உள்ளது. எனவே அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் பதினைந்து சமச்சீர்மைக் கூறுகள் அடங்கியுள்ளன

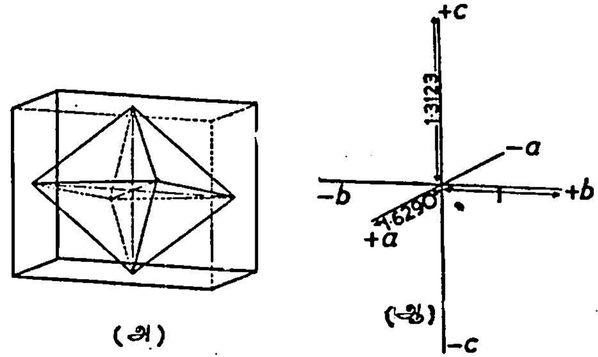
இத்தொகுதியில் சாய்சதுரப் பட்டகப் பிரிவு (rhombohedral division) அறுகோணப் படிகத் தொகுதிக்குரிய படிக அச்சுகளைக் கொண்டுள்ளன. இதில் 60° கோண அளவில் ஒன்றையொன்று சந்தித்துக் கொள்ளும்படியான ஒரு முக்கோணச் சமச்சீர்மை நிலை அச்சு உண்டு. இப்படிகங்கள் நிலை அச்சிற்கு இணையான மூன்று இருகோணச் சமச்சீர்மைத் தளங்களும், மூன்று கிடை அச்சுகளுக்கும் தனித்தனியே இணையான மூன்று இருகோணச் சமச்சீர்மை அச்சுகளும் கொண்டுள்ளன. இவற்றில் ஒரு சமச்சீர்மை மையமும் உள்ளது. இதில் 8 சமச்சீர்மைக் கூறுகள் அமைந்துள்ளன (படம் 9).



படம் 9. அறுகோணத் தொகுதி

அ. அறுகோணத் தொகுதிப் படிகம் (hexagonal crystal system) ஆ. சாய்சதுரப் பட்டகப் பிரிவு (rhombohedral division) படிகம் இவ்விருபடிகங்களின் மேல்தள வரைபடம் இவ்விரண்டு படிகப் பிரிவுகளுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பை ஒப்பிட்டுக் காண்பிக்கிறது.

செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதி (orthorhombic crystal system) இதில் மூன்று படிக அச்சுகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாய் இருக்கும்படி அமைந்துள்ளன. ஆனால் அவற்றின் நீளவிகிதங்கள் வெவ்வேறாக இருக்கும். இவற்றில் எதை வேண்டுமானாலும் நிலையச்சாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். எஞ்சியுள்ள இருகிடையச்சுகளில் நீளமான அச்சை b அச்சு அல்லது பேரச்சு என்றும், குட்டையான அச்சைக் குற்றச்சு அல்லது a அச்சு என்றும் கூறலாம். ஒற்றையொன்று 90° கோண அளவில் படிக அச்சுத்தளத்தின் வழியே சந்திக்கக்கூடிய மூன்று வெவ்வேறான மூன்று சமச்சீர்மைத் தளங்கள் உண்டு. மூன்று படிக அச்சுக்களின் வழியே சுற்றுவதனால் மூன்று இருகோணச் சமச்சீர்மைஅச்சுகள் கிடைக்கின்றன. (படம் 10). இதில் ஒரு சமச்சீர்மை மையமும் உள்ளது. இதில் ஏழு சமச்சீர்மைக் கூறுகள் அமைந்துள்ளன.

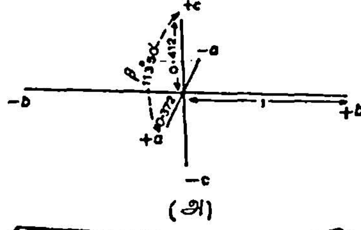


படம் 10. செஞ்சாய் சதுரத்தொகுதி

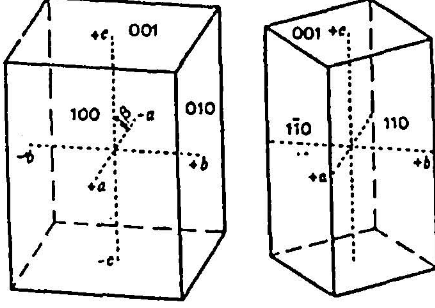
அ. செஞ்சாய்சதுரப் படிகத்தொகுதி ஆ. செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியின் படிக அச்சுக்களின் நிலை.

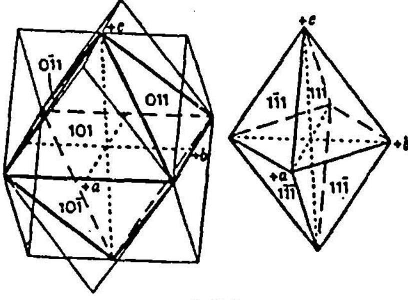
ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத் தொகுதி (mooclinic crystal system). இத்தொகுதியில் சமமற்ற நீளங்களைக்கொண்டுள்ள மூன்றுபடிக அச்சுகளும் அவற்றில் ஒன்று சரிவாகவும் ஏனைய இரண்டும்ஒன்றையொன்று செங்குத்தாய்ச்சந்தித்துக் கொள்ளுமாறும் அமைந்திருக்கும். ஒரு சமச்சீர்மைத் தளம் சரிவாக அமைந்துள்ளது, இதில் சரிவான அச்சை (clino axis) a அச்சு என்றும், செவ்வச்சை (ortho axis) b அச்சு என்றும், எஞ்சியதை c அச்சு அல்லது நிலை அச்சு (vertical axis) என்றும், அழைக்கலாம். நிலை அச்சுக்கும் சரிவச்சுக்கும் இடையிலுள்ள குறுங்கோணத்தை (acute angle) b கோணம் என்றும் கூறலாம். இத் தளத்தில் a,c படிக அச்சுக்கள் உள்ளன. இந்தத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ள மூன்றாவது படிக அச்சின் (b அச்சு) வழியாக ஒரு இருகோணச் சமச்சீர் அச்சு அமைகின்றது. இதில் ஒரு சமச்சீர்மை மையமும் உள்ளது. எனவே, இதில் மூன்று சமச்சீர்மைக் கூறுகள் அமைந்துள்ளன.

முச்சரிவுப் படிகத்தொகுதி (triclinic crystal system). இதில் மூன்று படிக அச்சுக்கள் உள்ளன. அவை ஒன்றையொன்று வெவ்வேறு கோணத்தில் சந்திக்கின்றன, இதனால் மூன்று படிக அச்சுக்களும் சரிவுற்றுக் காணப்படும். அவற்றின் நீளவிகிதங்களும் மாறு



(அ)





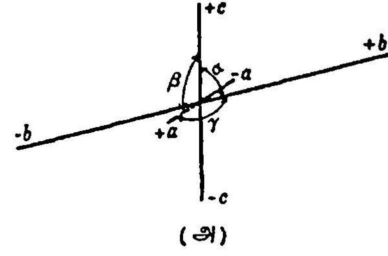
(ஆ)

படம் 11. ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதி

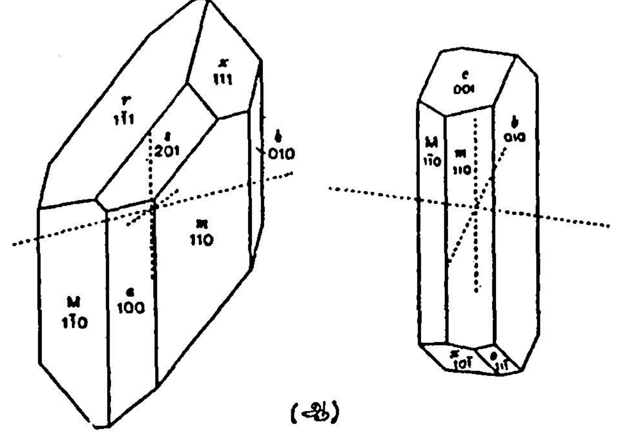
அ. படிகத்தொகுதியின் படிக அச்சுக்களின் நிலை ஆ. ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத்தொகுதியின் முக்கிய படிக வடிவவகைகள்.

பட்டுக் காணப்படும். இத்தொகுதியில் சமச்சீர்மைத் தளமோ சமச்சீர்மை அச்சோ கிடையாது. ஆனால் ஒரு சமச்சீர்மையம் உண்டு. இவ்விரு சரிவுப் படிகத் தொகுதிகளிலேயே உலகில் கிடைக்கும் இயற்கைக் கனிமங்களின் படிகங்களில பாதிக்குமேல் உருப்பெற்றுக் காணப்படுவதாகப் புள்ளி விவரங்கள் தெரிவிக்கின்றன. அப்படிகங்கள் பெரும்பாலும் இத் தொகுதிகளின் இயல்பு வகுப்பிற்குரிய சமச்சீர்மைகளைக் கொண்டு காணப்படுகின்றன.

படிகங்களை, மேற்கூறியது போலக் கற்பனைப் படிக அச்சுகளின் மூலமாகவும் அவற்றின் சமச்சீர்மைகளின் மூலமாகவும் பகுப்பதோடன்றி அவற்றின் படிக உருவினின்றும் வடிவத்தினின்றும் பகுத்துக் காணலாம். படிக அச்சுக்களுக்கு ஏற்ப அப்படிகத்தினுடைய எல்லாப் பக்கங்களும் தெளிவான வடிவத்துடன் காணப்படும்போது அவை முழுப்பட்டக வகை (holohedral) என்று குறிக்கப்படுகின்றன. ஒரு படிகத் தொகுதியின் இயல்பு வகுப்பிலுள்ள படிகங்களின் பக்கங்களில் ஒரு அரைப் பகுதியை மட்டும்,



(அ)

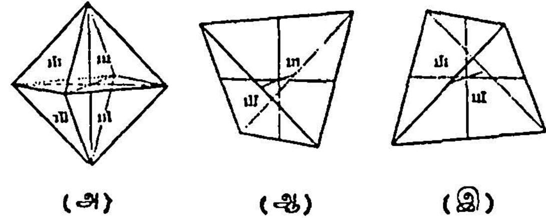


(ஆ)

படம் 12. முச்சரிவுத் தொகுதி

அ. முச்சரிவுப் படிகத் தொகுதியின் படிக அச்சு அமைப்பு முறை ஆ. முச்சரிவுப் படிகத்தொகுதியின் படிக வடிவ வகைகள்

பெற்று முழுப் படிகமாக உருவெடுக்கும் பொழுது அவை அரைப் பட்டகவகை (hemihedral) என்று கூறப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, செஞ் சமச் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் எட்டுப் பக்கங்களைக் கொண்டு காணப்படும் முழுப்பட்டக வகையான எண்முகப் பட்டகத்தைக் (octa hedron) (படம் 13அ) கூறலாம்.


(அ) (ஆ) (இ)

படம் 13. எண்முகப்பட்டகப் படிகத்தின் முழுப்பட்டக வடிவம்

அ. முழுப்பட்டக வடிவம் ஆ, இ. அரைப்பட்டக வடிவம்

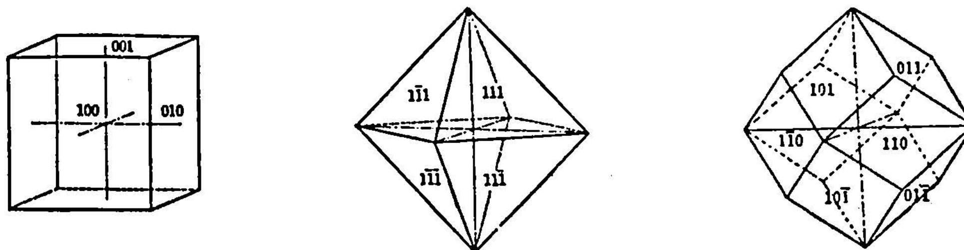
ஒன்றுவிட்ட பக்கங்களுடைய நான்கு சமபக்கங்களைக் கொண்ட நாற்பட்டக வடிவமாக (tetrahedron) உருவாகும்பொழுது அது இயல்பு வகுப்பை விடக் குறைந்த சமச்சீர்மைகளைப் பெற்றுப் படிகமாகக் காணப்படுவதால முதலில் கூறிய அரைப் பட்டக வடிவம் தாங்கியது என்று கருதப்படுகிறது (படம் 13 ஆ இ).

இன்னும் சில வகுப்புகளில் இதிலும் குறைந்த சமச்சீர்மைகளைத் தாங்கி இயல்பு வகுப்பில் காணப் படும் ஒரு முழுப் படிகத்தின் ஒரு கால் (¼) பங்கு பக்கங்களை மட்டும் பெற்றுப் படிக வடிவெடுக்கின் றன. அவ்வமயம் அவைகளைக் கால் பட்டக வடிவம் (tetartohedron) என்று அழைக்கிறார்கள்.

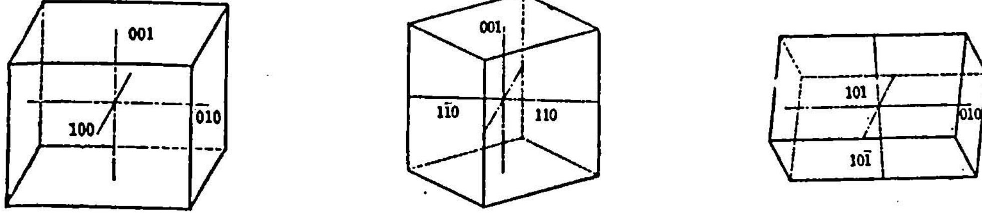
முகம் (face). ஒரு படிகத்தின் முக்கிய பிரிவு அதன் முகமாகும். ஒரு படிகத்தின் முகம் என்பது படிக வடிவத்தில் அடிப்படையாக அமைந்த அணுக்களால் இணைக்கப்பட்ட சமதளங்களுக்கு இணையான ஒரு பரப்பு ஆகும். ஒரு படிகத்தில் அடிக்கடிக் காணக் கூடிய முகம் அதிகமான அணுக்களால் பின்னப்பட்ட வலைத்தளமாக இருக்கும். இத்தகைய இருதளங் களுக்கு இடையே நிறைய இடைவெளி காணப்படும் போது அந்தத் தளங்களுக்கு இணையாக முகங்கள் சேர்ந்து காணப்படும். இத்தகைய படிகத்தின் பக் கங்கள் சம முகங்களைக் கொண்டவைகளாக இருக் கலாம். ஃபிளவர்ஸ்பார் (flourspar) என்னும் கனி மம் ஒத்த சதுரப் பக்கங்களால் சேர்க்கப்பட்ட பருச் சதுரமாக காட்சியளிக்கும்போது அதை ஒத்த முகப் (like face) படிக வடிவம் என்று கூறலாம். இதனின்று வேறுபட்டு ஒரு படிகத்தில் பக்கங்களின் எண்ணிக் கையிலோ இத்தகைய அணுக்கோப்புத் தளங்களின் எண்ணிக்கையிலோ மாறுபட்டுக் காணப்படும் பொழுது அதை ஒவ்வா முகங்களைக் கொண்டுள்ள படிகமாகக் கருதுகிறார்கள். ஒரு படிக வடிவத்தின் முகம், அப்படிகத்தின் h,k,l என்ற படிக அச்சுக்களை அசமத்தொலைவில் சந்திக்கின்றது என்று கருதப் படுகிறது. செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் 48 முகங்களும் அறுகோணப் படிகத்தொகுதியில் 24 முகங்களும் நாற்கோணப் படிகத் தொகுதியில் 16 முகங்களும் செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதி யில் 8 முகங்களும் உள்ளன. இவற்றில் முற்கூறிய 4 படிகத் தொகுதிகளிலுள்ள முகங்கள் ஒன்று சேரும்போது அனைத்து முகங்களும் மூடப்பட்டு முழுஉருவப் படிகம் கிடைக்கும். அத்தகைய அமைப்பு மூடிய படிக வடிவம் (closed form) என்று குறிக்கப்படும் (படம் 14). ஏனைய படிகத் தொகுதி களில் உள்ள ஒத்த முகங்கள் இணையும்போது அவை முழுமையான படிக வடிவத்தைப் பெறுவ தில்லை. இத்தகைய முகங்களால் ஆன அமைப்பு திறந்த படிக வடிவம் (open form) என்று குறிப்பிடப் படுகிறது (படம் 15 அ,ஆ,இ).

அலகு அல்லது அடிப்படை வடிவம் (unit or fundamental form) என்பது அந்த வடிவம் நாம் கற்பனையில் கொண்ட படிக அச்சுக்களின் அலகு நீளங்களுக்குச் சமமான தன்னளவுகளைப் (parameters) பெற்றிருக்கும். இவ்வமைப்பின் முகங்கள் அவை படிக அச்சுக்களைச் சந்திக்கும் தொலைவைப் பொறுத்துச் சுட்டெண்களால் அழைக்கப்படுகின் றன. அச்சுட்டெண்களை அடைப்புக் குறியில் h k l எனக் காட்டுகிறார்கள். செஞ்சமச் சதுரப் படிகத் தொகுதியிலுள்ள அமைப்புகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனிப்பெயரில் அழைக்கப்படுகின்றது. பிற படிகத் தொகுதிகளிலுள்ள அமைப்புகள் பொதுப் பெயரின் கீழ் அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு அமைப்பின் முகங்கள் இரு படிக அச்சுக்களுக்கு இணையாக இருக்கும்பொழுது அதை இணைவடிவு (pinacoid) என்றும், செங்குத்து அச்சிற்கு இணையா கவும் கிடை அச்சுகளைச் சந்திக்கும்படியாகவும் அமைந்துள்ள முகங்களைக் கொண்ட அமைப்பைப் பட்டகம் (prism) என்றும், ஒரு கிடை அச்சிற்கு இணையாகவும் ஏனைய அச்சுக்களைச் சந்திக்கும் படியான இடத்திலும் அமைந்துள்ள முகங்களாலான அமைப்பைக் குவிமட்டம் (dome) என்றும் மூன்று படிக அச்சுக்களையும் சந்திக்கும்படியான பக்கங் களால் ஆன அமைப்பைக் கூம்புப் பட்டகம் (pyramid) என்றும் குறிப்பிடலாம். இவை யாவும் கூம்புப் பட்டகத் தளத்தைத் தவிர ஒரு திறந்த அமைப்பின் வகையைச் சேர்ந்தனவாகும்.

படிகத் திரளில் வளாகம் (zone) என்று ஒரு பகுப்பைக் காண்கிறார்கள். தொடர்ச்சியாகப் பல முகங்கள் ஒரு படிகத்தில் அமையும்பொழுது அத் தொடர் முகங்களின் சந்திப்பு விளிம்புகள் ஒன்றுக்கு ஒன்று இணையாகவும் அதற்கு இணையாக வரையப்

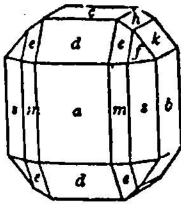


படம் 14. மூடியபடிக வடிவமுடைய பருச்சதுரம் எண்முகப்பட்டகம், பன்னிருபட்டகம்



படம் 15. திறந்த படிக வடிவங்கள்

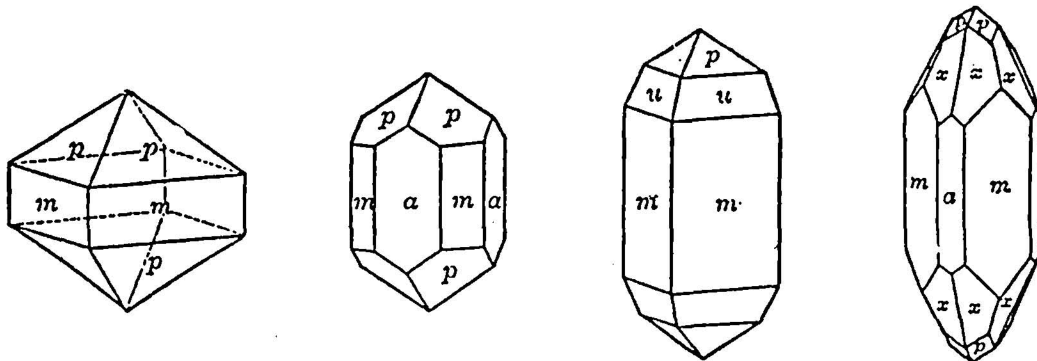
படும் ஒருபொதுக் கோட்டிற்கு அது படிகததின் மையப்புள்ளி வழியாகச் செல்லும்பொழுதும் அதை வளாக அச்சு (zonal axis) என்று குறிக்கலாம். இதன்படி ஒரு வளாகத்தில் உள்ள எல்லாப்படிக முகங்களின் விளிம்புகள் ஒன்றுக்கு ஒன்று இணையாகவும் அவ்விளிம்புகள் வளாக அச்சிற்கு இணையாகவும் அமையும். ஒரே வளாகத்தில் அமையக்கூடிய முகங்களின் எண்வடிவச் சுட்டெண்கள் சேர்க்கப்பட்டால் அவற்றின் கூட்டுத்தொகை அவை இரண்டிற்கும் இடையே உருவாகக்கூடிய ஒரு முகத்தின் சுட்டெண்ணாக அமையும். 16ஆம் படததில் முகம் dy (101) உம் fz (121) உம் சேர்ந்தால் 222 அல்லது சுருங்கிய வடிவத்தில் 111 என்ற ஒரு முகம் கிடைக்கக் கூடும். அதைப்போல் m மும் (110) c யும் (001) சேர்ந்தால் 111 என்ற முகம் இடையில் உருவாகும் என்று வளாகத் தத்துவத்தின்படிக் கூறலாம். ஒரு முகம் 2 வளாகங்களுக்குப் பொதுவாக இடையில் அமையுமானால் அதனுடைய சுட்டெண்கள் அம் முகத்தின் கோண அளவைப் பார்க்காமல் மேற்கூறிய முறையில் எளிமையாகக் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. 16 ஆம் படத்தில் a (100), d (101) c (001) ஆகிய முகங்கள் ஒரே வளாகத்தில் உள்ளன. இவை கிடை அச்சுக்கு இணையாக அமைந்துள்ளன. எனவே,



படம் 16. கிரைசோலைட்டு என்ற படிக வளாகம்

இந்த வளாகத்தில் உள்ள பக்கங்கள் யாவற்றிற்கும் K=o அதேபோல் b (001), k (021) h (001) c (001) போன்ற பக்கங்கள் ஒரே வளாகத்தில் உள்ளன. ஏனென்றால் இவை யாவும் கிடை அச்சுக்கு (a) இணையாக இருப்பதால் இம்முகங்களின் பொது அடையாளக் குறியீடான hkl என்பதில் h=o ஆகும்.

விளிம்பு (edge). ஒரு படிகத்தின் இரு முகங்கள் சந்திக்கும் கோட்டை விளிம்பு என்கிறோம். இவ்விளிம்பு படிக அணுக்கள் வரிசை வரிசையாக அடுக்கிக் கோக்கப்பட்ட தளங்களுக்கு இணையாக இருக்கும். ஒரு விளிம்பின் இருப்பிடம் அது அடுக்கப்பட்டுள்ள வெளியில் (space) அவ்விளிம்பு உண்டாவதற்குக் காரணமான முகங்களின் அமைப்பைப் பொறுத்தே அமையும். மூன்றுக்கும் மேலான முகங்கள் ஒரே இடத்தில் சந்திக்கும்பொழுது உண்டாகும் கோணத்தைத் திண்மக்கோணம் (solid angle) என்று குறிப்பிடலாம். இரண்டு முகங்களுக்கு இடையே உண்டாகும் கோணத்தை முகத்திடைக் கோணம் எனலாம். இக்கோணம் உண்மையாக முகங்களுக்குச் செங்குத்தாக வரையப்பட்ட இருசெங்கோடுகளுக்கும் இடையே அமையும் கோணமாகும். இக்கோண அளவு படிக அமைப்பில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. ஒரு படிகம் ஒரு குறிப்பிட்ட வேதியியல் பண்பைப் பெற்றுப் படிகமாகி இருக்குமேயானால் அவ்விதம் உருவாகும் படிகங்களின் முகத்திடைக் கோணம் மாறுவதிலலை. இதைப் பயன்படுத்தி முக அளவைக் கொண்டு அப்படிகம் எத்தன்மை வாய்ந்தது என்பதைக் கூறிவிட முடியும் என்பதால் இரு முகங்களின் இடைக்கோணத்தின் மாறாத்தன்மை விதி (law of interfacial angle) படிக இயலில் ஓர் அடிப்படை விதியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட கனிமப் படிகத்தின் முகத்திடைக்கோணங்கள் ஒன்றாயிருந்தாலும் அது வடிவத்தில் வெவ்வேறாகத் தோன்றலாம். 17 ஆம் படத்தில் சிர்கான் (zircon) கனிமத்தின் பல்வேறு படிக வடிவ வகைகளைக் (habitats) காணலாம். ஒரு படிகத்தில் எத்தனை முகங்கள் இருக்க வேண்டும் அல்லது எந்தக் குறிப்பிட்ட உருவில் அமைய வேண்டும் என்பதில் ஒரு நிலைவரம்பு (norm) ஏதும் கிடையாது. ஒரு கனிமம் எந்தச் சூழ்நிலையில் படிகமாகிறதோ அதைப் பொறுத்து அதன் உருவம், முகம், வடிவம், ஆகியவை அமையும். சில சமயங்களில் வேதியியல் உட்கூறில்



படம் 17. சிர்க்கான் கனிமத்தின் பல்வேறு படிக வகைகள்

சிறிது வேறுபாடு இருந்தாலோ, தொடர்பில்லாத சேர்மம் கலந்தாலோ, படிக வடிவம் முற்றிலும் மாறிவிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஈய நைட்ரேட்டு எண்முகப்பட்டக வடிவத்தில் (octahedron) இயல்பாக உருவாகக் கூடியது. இதில் சிறிதளவு மெத்தி லின் நீலம் கலந்தால் கரைசலில் அது பருசதுரப் படிகமாக உருவெடுக்கிறது. எனவே படிகவடிவ வகை (habit) வேதியியல் உட்கூறின் இயல்புப்படிகம் உருவாகும் சூழ்நிலை முதலியவற்றைப் பொறுத் ததாகும். இதனால் படிகங்களை நுண்ணோக்கி வழி யாக மட்டும் கண்டறியக்கூடிய மிகச் சிறிய அளவி லிருந்து 18 டன் எடையுள்ள மிகப் பெரிய அளவு வரையிலும் கூட எதிர்பார்க்கலாம். அதன் அளவு எப்படி இருந்தாலும் படிக இயல்புகள் மாறு வதில்லை. அதேபோல் ஒரு படிகத்தினுடைய முகச் சுட்டெண்கள் அம்முகங்கள் அவற்றுக்கு அருகிலுள்ள அச்சுக்களைச் சந்திக்கும் தொலைவைப் பொறுத் தனவே. அந்த அளவு எப்பொழுதுமே ஒரு குறிப் பிட்ட முழு எண்ணாகவே இருக்க வேண்டும். ஒரு முகத்தை அது அச்சைச் சந்திக்கும் தொலைவை ஒரு முழு எண்ணால் குறிப்பிட வேண்டும் என்ற விதி தச் சுட்டெண் விதி (law of rational indices), ஒரு முகத்தினைக் குறியீடிட்டு அழைப்பதற்கு எளிதாக உதவுகிறது.

ஞா. வி. இராசமாணிக்கம்

நூலோதி

1. Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1985.
2. Read, H.H., Rutleys Elements of Mineralogy, Thoma's murby & Company, London, 1976.

ஆயமுறைகள், வரைபட

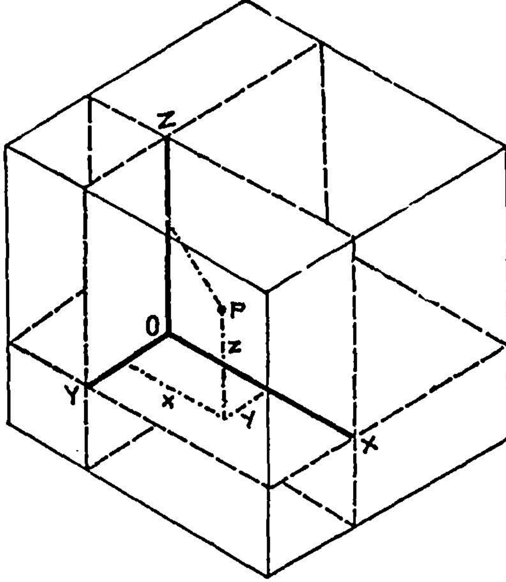
கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெளியில் அமைந்த புள்ளி களை ஓர் இடத்தை மேற்கோளாகக் கொண்டு, எண் அளவுகளால் குறிக்க உதவும் மேற்கோள்திட்ட முறை அப்புள்ளிகளின் ஆயமுறை (system of co-ordinates) எனப்படும். இந்த எண் அளவுகள் ஆயங் கள் (coordinates) எனப்படும்.

ஆய முறை என்பது வடிவயியல் பொருள்களைப் பகுப்பியலாக விவரிப்பதற்குப் பயன்படும் கணித மொழியாகும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதி யில் உள்ள புள்ளிகளின் ஆயங்கள் தெரிந்தால், மற்ற விளக்கங்களுக்குப் பதிலாக எண்முறை கணக்கீடுக ளால் அப்புள்ளிகளுக்கிடையே தொடர்புகள், அப் புள்ளிகளினால் உருவாகும் உருவங்களின் இயல்புகள் ஆகியவற்றைப் பெறலாம்.

தளம் (plane), முப்பருமான யூக்ளிடு வெளி (three dimensional euclidean space) ஆகியவை அனை வருக்கும் தெரிந்தனவாகும். முப்பருமான வெளியில் P என்ற புள்ளி (x, y, z) என்ற ஆயங்களால் குறிக் கப்படுகின்றது. நிலை (fixed) மதிப்புடைய X ஆயங் களின் தொகுதி ஒரு புறப்பரப்பை (surface) உரு வாக்கும். இதேபோல் Y, Z ஆயங்களும் புறப்பரப்பு களை உருவாக்குகின்றன. எனவே, P ஊடாக இந்த மூன்று ஆயப்புறப்பரப்புகள் (Co-ordinate surfaces) அமையும். நிலை மதிப்புகளைக் கொண்ட X மற்றும் Y ஆயங்களின் தொகுதி ஒரு வளைவு (curve) ஆகும். இதிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியின் வழியாகவும் மூன்று ஆயக்கோடுகள் (Co-ordinate lines) செல் லும். இக்கோடுகள் நேர்க்கோடுகளானால் இவ்வாய முறைகள் நேர்க்கோட்டு (rectilinear) ஆயமுறை எனப்படும். சில அல்லது அனைத்து ஆயக்கோடுக ளும் நேர்கோடுகளாக இல்லாமல் இருந்தால் இம் முறை வளைகோட்டு (curvilinear) ஆய முறை எனப் படும். ஒவ்வொரு புள்ளியின் வழியாகச் செல்லும் ஆயக்கோடுகளுக்கிடையே உள்ள கோணம் (angle) செங்கோணமானால், இவ்வாயமுறை செவ்வக (rectangular) ஆயமுறை எனப்படும்.

கார்ட்டீசியன் ஆயமுறை (Cartesian coordinate system). இம்முறை, ஆய முறைகளில் மிகவும் எளிமை யான, பயனுள்ள ஆய முறை ஆகும். தொடக்கப்

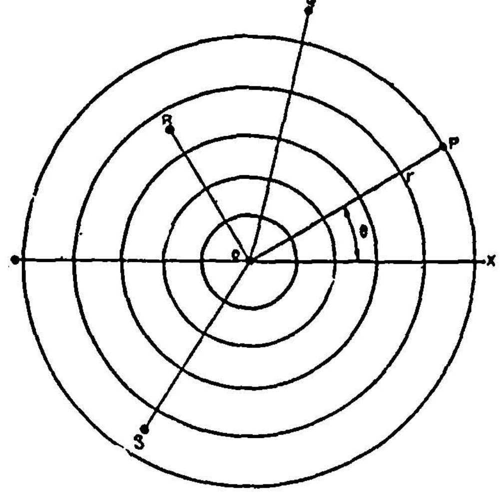
புள்ளி (Origin) O வழியாகச் செல்லுமாறு OX,OY,OZ என்ற திசையுறு கோடுகள் (directed lines) ஆய அச்சுகளாக (co-ordinate axes) குறிப்பிடப்படுகின்றன. P என்ற புள்ளிக்கும் YOZ என்ற தளத்திற்கும் இடையே உள்ள தொலைவை OXக்கு இணையாக அளப்பதால் ஏற்படும் தொலைவு P இன் X ஆயம் எனப்படும் (படம்1). இதேபோல் Y, Z இன் ஆயங்களையும் கொணரலாம். இந்த அமைப்பில் P இன் வழியாகச் செல்லும் ஆயக்கோடுகள் முறையே மூன்று ஆய அச்சுகளுக்கு இணையாக இருக்கும்.



படம் 1. கார்ட்டீசியன் ஆயமுறை

வழக்கமாக, இந்த மூன்று அச்சுகளும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக (perpendicular) உள்ளவாறு எடுத்துக் கொள்ளப்படும். இதில் பயன்படும் முறை செவ்வக நேர்க்கோட்டு முறை ஆகும். இதுபோன்ற அமைப்புகளைத் தளத்திற்கும் உருவாக்கலாம். இம்முறையிலுள்ள புள்ளிகள் இரண்டு ஆயங்களைப் பெற்றிருக்கும். இந்த அமைப்பில் வரைபடங்கள் (graphs), பலவகைப்பட்ட விவரங்களின் விளக்கப் படங்கள் முதலியவற்றை வரையலாம்.

துருவ ஆயமுறை (polar coordinate system). இந்த முறை, தளத்தில் O என்ற புள்ளியைத் தொடக்கமாகக் (origin) கொண்டு உருவாக்கப்படுகிறது. இப்புள்ளி துருவம் (pole) எனப்படும். இப்புள்ளியின் வழியாகத் திசையுறுகோடு என்ற தொடக்கக் கோடு செல்கின்றது. இம்முறையில் P என்ற புள்ளியின் ஆயங்கள் (r,θ) ஆகும். இங்கு, r என்பது ஆரத்திசையன் (radius vector) ஆகும். OP என்பது திசையுறு கோடு ஆகும். திசையன்கோணம் (vectorial angle) θ என்பது, தொடக்கக்கோடு சுழன்று OPஉடன் இணைவதால் ஏற்படும் கோணம் ஆகும். இடஞ்சுழியாகச் (counter clockwise) சுழன்றால் இதன் மதிப்பு நேர்மறை (positive) மதிப்பாகவும், வலஞ்சுழியாகச் (clockwise) சுழன்றால் எதிர்மறை (negative) மதிப்பாகவும் அமையும். ஒவ்வொரு (r,θ) இணை மதிப்புகளுக்கும் ஒரே ஒரு ஒத்த புள்ளி இருக்கும். ஆனால் ஏதாவது ஒரு புள்ளி பல ஆயங்களின் தொகுதிகளைப் பெற்றிருக்கும். இந்த அமைப்பில் ஆயக் கோடுகள் என்பது துருவத்தின் வழியாகச் செல்லும் ஆரக்கோடுகள் (θ = மாறிலி) மற்றும் துருவத்தை மையமாகக் கொண்ட பொதுமைய (concentric) வட்டங்கள் (r = மாறிலி) ஆகும். இந்த முறை,சுருளிகள் (spirals), சுழற்சிகள் (rotations) மையவிசைகளினால் ஏற்படும் இயக்கம் போன்றவற்றைப் பற்றிப் படிக்க உதவுகின்றது.

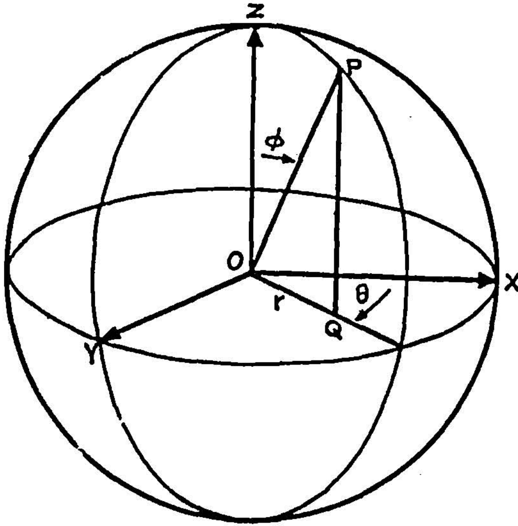


படம் 2. துருவ ஆயமுறை

கோள ஆயமுறை (spherical system of coordinates). முப்பருமான வெளியில் துருவ ஆயங்களைக் கொண்ட ஒரு தளத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். அத்தளத்தில் உள்ள துருவம் O இலிருந்து OZ என்ற துருவ அச்சைத் (polar axis) தளத்துக்குச் செங்குத்தாக வரையவும். OZ மீது அமையாத P என்ற புள்ளியின் கோள ஆயங்களில் ஒன்று திசையுறு தொலைவு, OP = ρ ஆகும்; தொடக்கக்கோடானது தளம் ZOP இல் ஒன்றி அமைவதற்காக நகர்ந்த கோணம் θ ஆகும். மேலும் $\widehat{ZOP} = \phi$. O-வின் வழியாகச் செல்லும் ஆரக்கோடுகள் (radial lines) உச்சி வட்டங்கள், (meridian circles) அகலாங்கு வட்டங்கள் (circles of latitude) ஆகியன ஆயக்கோடுகள் ஆகும். இது வளைகோட்டுச் செவ்வக ஆயமுறைக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். விண்மீன்களின் (stars) இருப்பிடத்

தைக் குறிப்பதற்கும் கோள அலைகளைப் (Spherical waves) பற்றிப் படிப்பதற்கும் இது பயன்படு கின்றது. காண்க. ஆயமுறைகள், நிலக்கோள்

உருளை ஆயமுறை (cylinderical system of co-ordinates)கோள ஆயத்தில் உள்ளது போல, OZஎன்ற துருவ அச்சையும் O என்றதுருவத்தையும் தொடக்கக் கோட்டையும் உள்ளடக்கிய ஒரு தளத்தை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும்.' P என்ற புள்ளியைத் தேர்ந் தெடுக்கப்பட்ட தளத்தில் வீழச்செய்யவும் (project). P இன் உருளை ஆயங்கள்(r,θ,z) ஆகும். இங்கு r. θ என்பன P இன் வீழலாகிய Q இன் துருவ ஆயங்கள் ஆகும். z=QP (படம் 3). இதுவும் வளைகோட்டுச் செவ்வக ஆயமுறையே ஆகும். இதனுடைய ஆயக் கோடுகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கும். இந்த முறைகள பாய்மப் பாய்வுக் (fluid flow) கணக்குகளில் பயன்படுகின்றன.



படம் 3. கோள ஆயமுறை

தளம் மற்றும் முப்பருமான வெளிகளில் உரு வாக்கிய ஆயங்களைப் பல பருமான வெளிக்கும் விரிவுபடுத்தலாம். நமக்குத் தெரிந்த வடிவயியல் (geometrical) மற்றும் புறநிலைத் (physical) தன்மை களையுடைய n பருமான வெளி S இல் $(u_1,u_2,...,u_n)$ போன்ற புள்ளிகளையுடைய ஆய முறைகளை உரு வாக்கலாம். இங்கு ஆயக் கோடுகள் வளைவுகளாக இருக்கும். S இன் தெரிந்த தன்மைகளை இந்த ஆயங் களின் வாயிலாக விளக்கலாம்.

ஆயங்களின் உருமாற்றம் (transformation of co-ordinates). ஒரு ஆய முறையிலுள்ள பொருள் வடிவங் களின் விளக்கச் சமன்பாடுகளின் அமைப்புகளை மற் றொரு ஆயமுறையில் அதற்குச் சமமான விளக்கச் சமன்பாடுகளாக மாற்றலாம். $(u_1,u_2,u_3,\ldots\ldots,u_n)$ என்ற புள்ளியை உடைய A என்ற ஆய முறையும் $(v_1,v_2,v_3,\ldots\ldots,v_n)$ என்ற புள்ளியுடைய B என்ற ஆய முறையும், கொடுக்கப்பட்டுள்ள n பருமான வெளியில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். A ஆய முறை யிலிருந்து B ஆய முறைக்கான உருமாற்றம் என்பது $u_i = f_i(v_1,v_2,\ldots\ldots,v_n)$, $i = 1,2,\ldots\ldots n$; என்ற சமன் பாடுகளின் தொகுதியாகும். இங்கு, இச்சார்புகளை இரண்டு ஆய முறைகளுக்குமிடையேயுள்ள தொடர் புகளிலிருந்து பெறலாம், இச்சார்புகள் ஒற்றை மதிப் புடைய இதற்குச் சாராத சார்புகளாக இருக்க வேண்டும். வெளி S இல் ஒரு வடிவயியல் பொருளை ஆயமுறை A இன் வாயிலாக, அதாவது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட $F(u_1,u_2,u_3,\ldots\ldots u_n) = O$ என்ற சமன்பாடுகளின் வாயிலாக, விளக்குவதை ஆயமுறை B இல் அதற்குச் சமமான விளக்கங் களுடன் கொண்ட பொருள்களின் சமன்பாடு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட $F\{f_1(v),f_2(v),\ldots\ldots f_n(v)\}$ என்ற சமன்பாடுகளுக்கு உருமாற்றலாம். திசை யன்கள் (vectors), பரப்புகள் (area) போன்ற வடிவ யியல் பொருள்கள்மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்த உருமாற்ற விதிகளைக் கொண்டன. ஆனால் அதுபோன்ற விதி களை, உருமாற்றங்களின் சமன்பாட்டின் வாயிலாக விவரிக்கலாம். மேலே குறிப்பிட்டது போல ஆய முறை என்பது ஒரு கணிதமொழியென்றால் ஆயங் களின் உருமாற்றம் என்பது ஒரு மொழியிலிருந்து மற்றொரு மொழிக்கு மொழி பெயர்க்கும் செயலைப் போன்றதாகும்.

செவ்வக, கார்ட்டீசியன் (rectangular cartesian) ஆயமுறைகளுக்கிடையே செய்யும் உருமாற்றம் மிகவும் முக்கிய உருமாற்றமாகும். ஆய அச்சுகளின் தொகுதியைச் சுழற்சியினாலோ இடமாற்றம் செய் வதினாலோ வேறு ஆய அச்சுகளை ஏற்படுத் திடலாம். OX, OY, OZ என்ற அச்சுகளுடன் P (x,y,z) என்ற புள்ளி உடைய A என்ற ஆய முறையை எடுத்துக்கொள்வோம். அச்சுகள் OX, OY, OZ ஐ திருப்பாமல் அப்படியே O' (a,b,c) என்ற புள்ளிக்கு நகர்த்தினால் O'X', O'Y', O'Z' என்ற அச்சுகளைக் கொண்டு (x',y',z') என்ற ஆயங்களை உடைய B என்ற புதிய ஆய முறை கிடைக்கின்றது. இதில் பயன்படும் உருமாற்றச் சமன்பாடுகள் $x = x' + a$ $y = y'+b$, $z = z'+c$ ஆகும்.

மேலும் ஆய முறைகள் A இல் உள்ள ஆய அச்சுகளைச் சுழற்றினால் OX', OY', OZ' என்ற ஆய அச்சுகள் கிடைக்கும். $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ என்பவை அச்சுகள் OX', OY', OZ' முறையே OX, OY, OZ என்ற அச்சுகளுடன் ஏற்படுத்தும் கோணங்கள் ஆகும். மேலும்,

$$x = x' \cos\alpha_1 + y'\cos\beta_1 + z'\cos\gamma_1$$

$$y = x' \cos\alpha_2 + y'\cos\beta_2 + z'\cos\gamma_2$$

$$z = x' \cos\alpha_3 + y'\cos\beta_3 + z'\cos\gamma_3$$

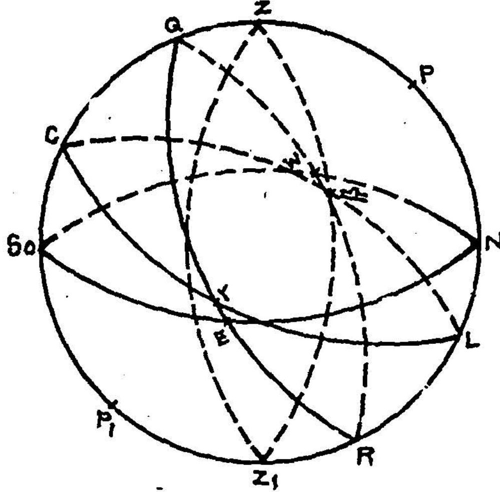
என்பவை உருமாற்றச் சமன்பாடுகளாகும். இந்த உருமாற்றச் சமன்பாடுகளைப் பலமுறைகளில் கூறலாம். இச்சமன்பாடுகள் P(x,y,z) என்ற புள்ளியை அதே ஆய முறைகளில் உள்ள P'(x',y',z) என்ற புள்ளியாக மாற்றுகிறது; மேலும், அதே வெளிக்குள் ஒரு வரைவை உருவாக்குகின்றது. இந்த வரைவு (map) ஒரு உருவத்தைச் மற்றொரு உருவமாக மாற்று கின்றது. காண்க, பகுமுறை வடிவகணிதம்; வடி வொத்த வரைவு; கோளக் கிளையலைகள்; வகை நுண்கணிதம்; தொகை நுண்கணிதம்.

பெ. வ.

ஆயமுறைகள், வானியல்

வானக்கோளத்தில் (celestial sphere) அமையும் விண் பொருள்களின் இருப்பிடத்தைக் குறிக்க உதவும் கோள ஆய முறைகள் (spherical co-ordinate systems) வானியல ஆயமுறைகள் (celestial co-ordinates) எனப்படும். இவ்வானக்கோளம் பார்வையாளரை மையமாகக் கொண்டு, தீர்மானிக்க இயலாத ஆரம் உள்ள ஒரு கோளமாகும். இதனுடைய உட்புறப் பரப்பில் விண் பொருள்களின் இருப்பிடம் உள்ள தாகக் கருதப்படுகிறது. வானக்கோளம் என்று ஒன்று புறநிலையில் நிலவவில்லை. இது ஒரு கற் பனைக் கோளமே.

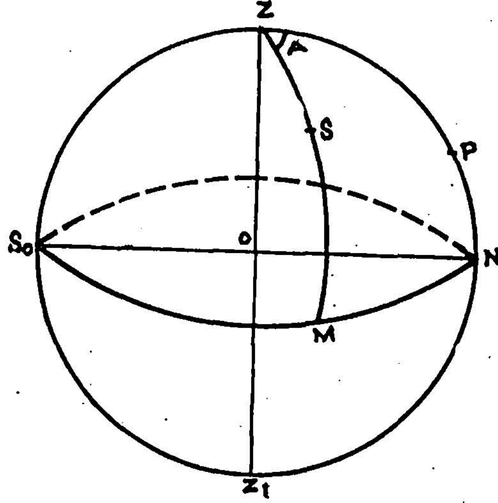
வானநடுவரையும் துருவங்களும் (celestial equator and poles). இருபுறமும் நீட்டப்பட்ட புவியின் சுழலச்சு வானக்கோளத்தை வெட்டும் P,P. என்ற இரு புள்ளிகள், முறையே, வடதுருவம், தென் துருவம் எனக் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றை அச்சுமுனைகளாகக் கொண்ட வானக்கோளத்தில் அமைந்த வட்டம் QR வானநடுவரை எனப்படும். பார்வையாளரின் இடம் மையம் O ஆகும். மையம் வழியே வரையப்படும் செங்குத்துக்கோடு, வானக்கோளத்தை வெட்டும் புள்ளிகள், தலைக்குமேல் உள்ள Z என்ற புள்ளி வான உச்சிப்புள்ளி (zenith) என்றும், கீழே உள்ள Z' என்ற புள்ளி வானக்கீழ்ப்புள்ளி (nadir) என்றும், குறிக்கப்படுகின்றன. ZZ', தொடுவானம் (horizon) வட்டம் NS_o க்கு அச்சாகும். மேலும் Z Z' வழியே, தொடுவானத்திற்குச் செங்குத்தாக வரையப்படும் பெருவட்டங்கள் நிலைக்குத்து வட்டங்கள் (vertical circles) என்றும், Z,Z', P,Q வழியே செல்லும் வட்டம் உச்சி வட்டம் (meridian) என்றும், உச்சி வழியாக உச்சி வட்டத்திற்கு நிலைக்குத்தாக வரையப்படும் பெருவட்டம், முதன்மை வட்டம் (prime vertical) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. தொடுவானமும் நடுவரையும் E,W என்ற கிழக்கு மேற்குப் புள்ளிகளில் வெட்டிக்கொள்கின்றன. N, S_o முறையே வடபுள்ளி, தென்புள்ளி எனப்படும். இந்நான்கு புள்ளிகளும் வானக்கோளத்தின் தலையாய புள்ளிகள் (cardinal points) எனப்படும்.



படம் 1. வானியல் ஆயமுறைகள்

சூரியனின் தோற்றப்பாதையும் (ecliptic) வான நடுவரையும் ஒன்றையொன்று γ என்ற மேடமுதற் புள்ளி (first point of aries) யிலும், Ω என்ற துலா முதற்புள்ளி (first point or libra) யிலும் வெட்டிக் கொள்கின்றன. இவற்றைச் சம இரவு நாட் புள்ளி கள் (equinoctial points or equinoxes) என்று குறிப் பிடுவதுண்டு. சூரியன், தன் ஓராண்டு இயக்கத்தில், தெற்கிலிருந்து வடக்கு நோக்கிச் செல்லும் போது மேடமுதற்புள்ளிக்கு மார்ச்சுத் திங்கள் 21 ஆம் நாளும், வடக்கிலிருந்து தெற்கு நோக்கி வரும்போது துலாமுதற்புள்ளிக்குச் செப்டம்பர்த் திங்கள் 23 ஆம் நாளும் வருகிறது. வானக்கோளத்தில், விண்மீன் களின் இருப்பிடத்தைக் குறிக்கப் பொதுவாகச் சில வான ஆயமுறைகள் உள்ளன.

தொடுவான ஆயமுறை (horizon system). தொடு வானத்திலிருந்து விண்மீனின் தொலைவு, SM ஐக் கோணவேற்றம் அல்லது குத்துயரம் (altitude) என் றும், உச்சியிலிருந்து அதன் தொலைவை உச்சித் தொலைவு (zenith distance) என்றும், உச்சி வட்டத் திற்கும் விண்மீன் வழியே செல்லும் குத்து வட்டத் திற்கும் இடையே உள்ள கோணத்தைத் திசைவில் அல்லது அடிவானத்தொலைவு (azimuth) A என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர். திசைவில் NM க்குச சமமாகும். N இலிருந்து கிழக்கு நோக்கி, 0° இலிருந்து 360° என அளக்கப்படும். கோணவேற்றம், உச்சித் தொலைவு அல்லது திசைவில் இவற்றைக் கொண்டு ஒரு விண்மீனைக் குறிக்கலாம்.

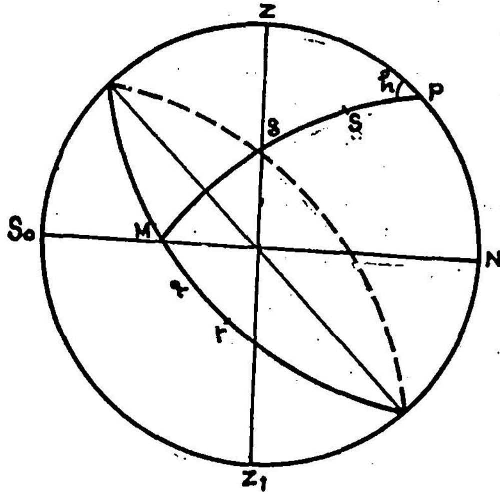


படம் 2

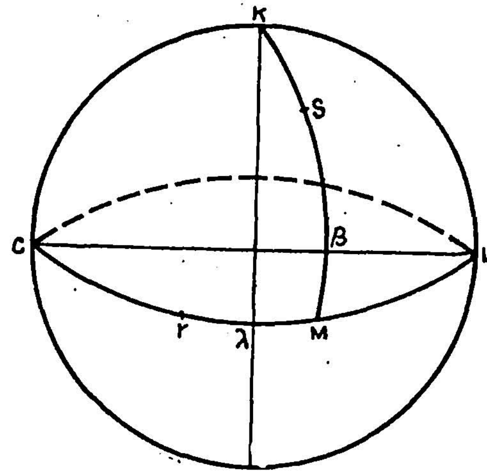
வானநடுவரை ஆய முறை (equatorial (system). விண்மீன் வழியே வட துருவத்திலிருந்து வானநடு வரைக்கு வரையப்படும் PSM என்ற குத்துவட்டத்தில் SM என்பது நடுவரைவிலக்கம் (declination) ஆகும். இவ்வட்டம் நடுவரைவிலக்க வட்டம் (declination circle) எனக் குறிக்கப்படுகின்றது. இவ்வட்டத்திற்கும் உச்சி வட்டத்திற்குமிடையே உள்ள கோணம் நேரக் கோணம் (hour° angle) ஆகும். இது வலஞ்சுழி யாக 0° இலிருந்து 360° வரை மாறும். இதனையே கால அளவில் கூறும்போது 0 மணி முதல் 24 மணி வரை மாறும். நடுவரை விலக்கத்தை δ என்ற குறியீட்டா லும், நேரக்கோணத்தை h என்ற குறியீட்டாலும் குறிப்பிடுவது வழக்கம். வட துருவத்திற்கும் விண் மீனுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு வட துருவத் தொலைவு (north polar distance) என்று குறிப்பிடப் படுகிறது. மேலும் நடுவரைக்கு மேலுள்ள விண்மீன் களின் விலக்கங்கள் நேர்ம மதிப்புடையன எனவும், கீழேயுள்ள விண்மீன்களின் விலக்கங்கள் எதிர்ம மதிப்புடையன எனவும் கொள்ளப்படுகின்றன.

நடுவரைவிலக்க வட்டத்தின் அடிக்கும் (நடுவரை யின் மேல் உள்ளது) γ வுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு வல ஏற்றம் (right ascension) α எனப் படும். வல ஏற்றமும் γ விலிருந்து கிழக்குத் திசையில் 0° விருந்து 360° வரை அளக்கப்படும். நடுவரை விலக்கம், நேரக்கோணம் கொடுக்கப்பட்டாலும் அல்லது நடுவரைவிலக்கம், வல ஏற்றம் கொடுக்கப் பட்டாலும் ஒரு விண்மீனைக் குறிப்பது எளிதாகும்.

சூரியன் தோற்றப்பாதை ஆயமுறை (ecliptic system), தோற்றப்பாதை CL க்கு அதன் துருவம் K யிலிருந்து விண்மீன் வழியே வரையப்படும் குத்து வட்டம் நெட்டாங்கு வட்டம் ஆகும். விண்மீனுக்கும் தோற்றப்பாதைக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு SM வானஅகலாங்கு (celestial latitude) β என்றும், γ விலிருந்து குத்து வட்டத்தின் அடிக்கு உள்ள



படம் 3



படம் 4

தொலைவை வான நெட்டாங்கு (celestial longitude) λ என்றும் குறிக்கப்படும். நெட்டாங்கும் 0° லிருந்து 360° வரை கிழக்குத் திசையில் அளக்கப்படும். இவற்றைக் கொண்டும் விண்மீனின் இடத்தைக் குறிக்க முடியும்.

பால்வழி ஆய முறை (galactic system). விண்மீன்களின் இயக்கத்தை ஆராயப் பயன்படுத்தும் ஒரு முறைக்குப் பால்வழி ஆயமுறை என்று பெயர். இங்கு முதன்மை வட்டம் பால்வழித் தளத்தில் அமைகிறது. இதற்குப் பால்வழி நடுவரை என்று பெயர். இதனுடைய ஆயங்கள் பால்வழி அகலாங்கு(Galactic latitude) பால்வழி நெட்டாங்கு (galactic longitude) எனப்படும். 1958 ஆம் ஆண்டு வரை இதனுடைய தொடக்கப்புள்ளி பால்வழி நடுவரையும் விண்நடுவரையும் 18 மணி 40 நிமிட வல ஏற்றத்தில் வெட்டுகின்ற புள்ளியாக இருந்தது.

1958 ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு பால்வழி ஆயங்களுக்கு ஒரு புதிய செந்தர (standard) ஆயமுறை உருவாக்கப்பட்டது. வட பால்வழி முறை 12 மணி 49 நிமிட வல ஏற்றத்திலும், வட நடுவரை விலக்கம் 27.4 பாகையிலும் அமைகின்ற பால்வழி ஆயமுறை பின்பற்றப்பட்டது. பால்வழி நெட்டாங்கின் தொடக்கப்புள்ளி 1950 ஆம் ஆண்டில் நடுவரையின் துருவத்தைப் பொறுத்து 123° உள்ள இருப்புக் கோணத்தில் அமைகிறது. எனவே புதிய ஆயமுறையில் ஒரு விண்மீனின் பால்வழி நெட்டாங்கு பழைய ஆயமுறையை 32°31' பாகைகள் அதிகமாக அமையும்.

ஆயமுறை உருமாற்றங்கள் (transformation between systems) ஒரு விண்பொருளின் ஆயங்களை ஓர் ஆயமுறையிலிருந்து மற்றோர் ஆயமுறைக்கு உருமாற்றலாம். ஒரு கோளின விண்நெட்டாங்கும், அகலாங்கும் தெரிந்தால் அவற்றிலிருந்து அதன் வல ஏற்றத்தையும் நடுவரை விலக்கத்தையும் கண்டறியலாம். இந்த உருமாற்றங்கள் கோளக் கோண அளவியல் (spherical trignometry) முறைகளால் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இந்தக் கணக்கீடுகள் கோள வானியலின் (spherical astronomy) பாடப்பொருளாக அமைகின்றன. நடைமுறையில் விண் பயணவியலில் பெறப்படும் காட்சிக் குறிப்புகள் அடிவான ஆயமுறையிலிருந்து விண்நடுவரை ஆயமுறைக்கு மாற்றப்படும் உருமாற்றம் பெருமளவில் பயன்படும் உருமாற்றமாகும். இதற்கு வானியல் முக்கோணம் அல்லது முக்கோணத்தீர்வு பயன்படுகின்றது. இந்தக் கோண முக்கோணத் தீர்வைக் கண்டறியப் பேரளவு செயல்படும் நுண்மாண் நுழைபுலமும் தேவைப்படுகின்றது. காண்க, கோளக்கோணஅளவியல்.

ப.க.
பெ.வ.

நூலோதி

1. வானியல், ரா. அனுமந்தரால், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973

ஆயர்ஸ்டெடு (அலகு)

மின்காந்த முறை அலகு அமைப்பில் உள்ள காந்தப் புல வலிமையின் அலகு. இது 19ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த டேனிய நாட்டு இயற்பியலார் ஹேன்ஸ் கிறிஸ்டியன் ஆயர்ஸ்டெடு பெயரால் வழங்குகிறது. இது செ.மீ. கிராம்-நொடிகளில் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு செ.மீ. ஆரமுடைய வட்டமான தளச் சுருள் ஒன்றின் ஒற்றைச் சுற்றில் 1/2π அபாம்பியர் மின்னோட்டம் பாயும்போது அதன் மையத்தில் உண்டாக்கும் புல வலிமையே ஆயர்ஸ்டெடு எனப்படும். கீழ்க் காணும் சமன்பாடு (1) இல் ஆயர்ஸ்டெடுக்கும் மீட்டர்-கிலோ கிராம்-நொடி அலகுமுறை காந்தப் புலவலிமைக்கும் உள்ள உறவு தரப்பட்டுள்ளது.

$$H = \frac{NI}{2r} \qquad (1)$$

இங்கு H என்பது I-மின்னோட்டம் பாயும் r ஆரமும் N சுற்றுக்களும் உள்ள தட்டையான வட்டத்தளச் சுருள் ஒன்றின் மையத்தில் ஏற்படும் காந்தப் புல வலிமையாகும். சமன்பாடு (1) இல் இருந்து சமன்பாடு (2), (3) ஆகியவை கிடைக்கின்றன.

$$1 \text{ ஆயர்ஸ்டெட்} = \frac{(1/2\pi)\text{ அபாம்பியர்} \times 1 \text{ சுற்று}}{2 \times 1 \text{ செ.மீ.}}$$

$$= \frac{10 \text{ அபாம்பியர்} \times 1 \text{ சுற்று}}{4\pi \times 0.01 \text{ மீட்டர்}} = \frac{10^3 \text{ ஆம்பியர்}}{4\pi \text{ மீட்டர்}} \qquad (2)$$

1 ஆம்பியர்-சுற்று/மீட்டர் $= 4\pi \times 10^{-3}$. ஆயர்ஸ்டெடு- (3) ஆயர்ஸ்டெடு என்பது செ. கி. நெ. (C.G.S.) அலகு முறையின் ஒற்றைக் காந்த துருவத்தின் மீது செயல்படும் டைன்களில் உள்ள விசையின் அளவு ஆகும்.

H = விசை/துருவம் என்பதால், ஆயர்ஸ்டெடு என்பது டைன்/ ஒற்றைத்துருவம் ஆகும். காண்க, அலகுகளும் செந்தரங்களும், மின்; காந்தப்புலம்; ஆம்பியர்-சுற்று.

உலோ. செ.

ஆயர்ஸ்டெடு, ஹேன்ஸ் கிறிஸ்டியன்

மின்காந்தவியல் கோட்பாட்டைக் கண்டறிந்த டேனிய நாட்டு இயற்பியல், வேதியியல் அறிஞர், ஹேன்ஸ் கிறிஸ்டியன் ஆயர்ஸ்டெடு (Hans Christian Oersted) 1777 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டுத் திங்கள் 14 ஆம் நாள் டென்மார்க்கு நாட்டிலுள்ள ருத்கோ.

பிங்கு (Rudkobing) நகரில் பிறந்தார். 1851 ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்கள் 9 ஆம் நாள் கோபன் ஹேகனில் (Copenhagen) இறந்தார். இவர் கோபன் ஹேகன் பல்கலைக் கழகத்தில் மருத்துவம், புறநிலை அறிவியல் (physical sciences) ஆகிய பாடங்கள் கற்று 1799 இல் முனைவர் பட்டம் (doctoral degree) பெற்றார். 1806 இல் இந்தப் பல்கலைக் கழகத்தின் இயற்பியல், வேதியியல் பேராசிரியரானார்.



ஆயர்ஸ்டெடு

1819 இல் மின்னோட்டம் சுமக்கும் கடத்தியருகில் ஒரு காந்த வட்டையைக் கொண்டு சென்றால் கம்பிக்குச் செங்குத்தாக உள்ள திசைக்குக் காந்தமுள் விலக்கப்படுவதைக் கண்டறிந்தார். இந்தச் செய்முறை மின்சாரத்துக்கும் காந்தத்துக்கும் உள்ள உறவை முதன்முதலாக விளக்கியது. 1802 இலேயே இதை இத்தாலிய வழக்கறிஞர் கியான் டொமினிக்கோ உரொமாக்னோசி என்பவர் கண்டறிந்து கூறியது, வரலாற்றால் மறக்கப்பட்டுவிட்டது. பிறகு காந்தமில்லாப் பொருள்களின் மின்காந்த விளைவையும் இவர் விளக்கினார். ஆனாலும் இந்த விளைவை விரிவாக ஆய்வு செய்தவர் ஆம்பியரும், ஃபாரடேயும் ஆவர். இவர்கள் இருவரும் தம் பிற ஆய்வுகளைப் புறக்கணித்துவிட்டு மின்காந்தவியலில் நுழைந்து சாதனைகள் பல புரிந்தனர். ஆயர்ஸ்டெடு, வோல்டா அடுக்குகள் (voltaic piles), வெப்ப மின்சாரம் (thermoelectricity), மின்கல அடுக்குகள் (batteries) ஆகிய துறைகளில் பல சோதனைகள் செய்தார்.

வேதியியலிலும் ஆம்பியர் பல கண்டுபிடிப்புக்கள் நிகழ்த்தினார். 1820 ஆம் ஆண்டு மிளகில் உள்ள பெப்பரின் என்ற காரநெடி (pungent) உறுப்பினைக் கண்டறிந்தார். 1827 இல் ஜெர்மனி நாட்டு வேதியியல் அறிஞர் ஃபிரெடெரிக் ஒகுலர் அலுமினிய உலோகம்பிரித்தெடுத்தாலும், அவருக்கு முன்பே 1825 இல் ஆயர்ஸ்டெடு தூய்மையற்ற அலுமினியத்தைப் பிரித்தெடுத்துள்ளார். ஆயர்ஸ்டெடு பாய்ம இயல்புகளை ஆராய்ந்து எல்லா வளிமங்களும் ஒன்று போல் அமுங்குவன அல்ல என்பதைக் கண்டறிந்தார். 1824 இல் அறிவியலை மக்களிடையே பரப்ப ஒரு கழகத்தை நிறுவினார். இந்தக் கழகம் 1908 முதல் இவரது பெயரில் டேனிய இயற்பியலார்களுக்குப் பதக்கம் வழங்கி வருகிறது. 1932இல் இவரது பெயர் மின்புல வலிமையின் அலகுக்குச் சூட்டப்பட்டது.

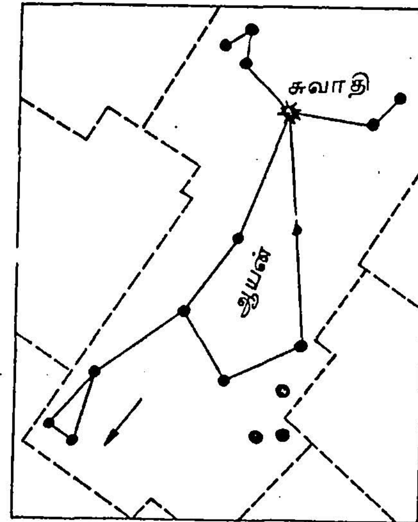
உலோ. செ.

நூலோதி

1. Dioner, Beru. Oersted and the discovery of Electromagnetism, Dover Publications, London, 1982.

ஆயன் விண்மீன்குழு

வானக்கோளத்தின் வடபகுதியில், வல ஏற்றம் (right ascension) 14.5 மணியும், வட நடுவரை விலக்கம் (north declination) 30° உடைய பெரிய இளவேனிற்கால விண்மீன்குழு (spring constellation) ஆயன்விண்மீன்குழு அல்லது பூட்டெஸ் (Bootes) எனப்படும். கிரேக்க மொழியில் பூட்டெஸ் என்ற சொல்லின் மூலச்சொல் எருது ஓட்டி (ox-driver) என்ற சொல் எனத் தெரிகிறது. ஹெர்ட்ஸ்மேன் (herdsman) விண்மீன்குழு என்றும் ஒரு சிலரால் கூறப்படுவதால், இதனை ஆயன் விண்மீன்குழு என அழைக்கின்றனர். பெருங்கரடி விண்மீன்குழு (great bear or ursa



ஆயன் விண்மீன்குழு

major) விற்கு அருகில் சற்றுக் கீழே இக்குழு அமைந்திருப்பதால், கிரேக்கர்கள் இதை ஆர்க்டோஃபைலக்ஸ் (arctophylax) அல்லது கரடிக்காப்பாளன் (bear warden) எனவும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

மிகப் பெரியதும், ஒளிமிக்க விண்மீன்களில் நான்காவதுமான சுவாதி (arcturus) என்ற விண்மீனும், மாற்று நிறங்களையுடைய பல இரட்டை விண்மீன்களும் (double stars) இக்குழுவில் அமைந்துள்ளன. அதில் வெளிறிய ஆரஞ்சு, நீலப்பச்சை நிறங்களையுடைய ஓர் இரட்டை விண்மீன் பூட்டெஸ் ஆகும்.

பெ. வ.

ஆயில்யம்

காண்க. கல்வை.

ஆயிலர் இயக்கச் சமன்பாடுகள்

ஒரு விறைபொருள் (rigid body) இயங்கும் பொழுது அதன் இயக்கத்தைப் பொதுவாக மூன்று வகைக் கெழுச் சமன்பாடுகள் (differential equations) வாயிலாகக் குறிப்பிடலாம். இவ்வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் கோணவிரைவு (திசைவேகம்), கோண முடுக்கம், புற விசைத் திருப்புமை ஆகியவற்றுடன் தொடர்பு கொண்டனவாகும், பொருண்மையின் மையத்தைப் பற்றிச் சுழலும் ஓர் எளிய அமைப்பின் உறழ்வுத் (நிலைமத்)திருப்புமை உறுப்புகளை I_x, I_y, I_z என்றும், கோணத் திசை வேக உறுப்புகளை ω_x, ω_y, ω_z என்றும் புற விசைத் திருப்புமை உறுப்புகளை M_x, M_y, M_z என்றும் கொண்டால், ஆய அச்சுகளைப் பொறுத்து அதன் இயக்க வகைக் கெழுச் சமன்பாடுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

$$I_x\left(\frac{d\omega_x}{dt}\right) + (I_z-I_y)\,\omega_y\,\omega_z = M_x$$

$$I_y\left(\frac{d\omega_y}{dt}\right) + (I_x-I_z)\,\omega_z\,\omega_x = M_y$$

$$I_z\left(\frac{d\omega_z}{dt}\right) + (I_y-I_x)\,\omega_x\,\omega_y = M_z$$

இதில் $\frac{d\omega_x}{dt}$, $\frac{d\omega_y}{dt}$, $\frac{d\omega_z}{dt}$ என்பன கோண முடுக்க உறுப்புகளைக் குறிப்பிடுவதாகும்.

பொதுவாக இச் சமன்பாடுகளைத் தொகையீடு (integration) செய்வது என்பது இயலாது. எனினும் ஒரு சில சிறப்புச் சூழ்நிலைகளில் இவ் வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காண முடியும். விசைத் திருப்புமை புற விசைகளின் திருப்புமை செயல்படாத பொழுது, பொருள் பெற்றிருக்கும் தொகுபயன் இயக்கத்தைப் பாய்ன்சாட் இயக்கம் (poinsot motion) என்று கூறுவர். இவ்வியக்கத்தை ஆயிலர் இயக்கச் சமன்பாடுகளைக் கொண்டு நிறுவி மிக எளிதாகத் தீர்க்கலாம். உறழ்வுத் (நிலைமத்) திருப்புமையின் இரு உறுப்புகள் சமமாகவும், புறத்து விசைத்திருப்புமையின் இரு உறுப்புகள் சுழியாகவும் இருந்தாலும் ஆயிலர் இயக்கச் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கலாம். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகச் சுழலும் பம்பரம் (spinning top), கொட்பு காட்டி (gyroscope) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

மா. பூ.

நூலோதி

1. Goldstein, Classical Mechanics, Addison Wesley Company, London, 1980.

ஆயிலர் உந்தத் தேற்றம்

உராய்வு அற்ற பாய்மங்களைக் (fluids) கருதும் பொழுது பாய்மத்தில் இயங்கும் துகளின் உந்தமானது (momentum) (பாய்ம இயக்கவியல் கோட்பாட்டின்படி) மாறாமல் இருக்கும். இக்கோட்பாட்டை ஆய்லர் பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் வாயிலாகவும் கூறலாம். இச்சமன்பாடுகள் பொதுவாக நேரியலற்ற பகுதி வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளாக (nonlinear partial differential equations) இருக்கும். பிசுப்பு நறுக்கு விசையைக் (viscous shear force) கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டால், உந்தச் சமன்பாடுகள் நேவியர்-ஸ்டோக்ஸ் (Navier-Stokes) சமன்பாடுகள் என்று கூறப்படும்.

ஆயிலர் கருத்துப்படி, பாய்ம இயக்கம் என்பது விரைவு அழுத்தப்புலமாகக் (velocity-pressure field) கொள்ளப்படுகிறது. இதன்படிப் பாய்மத் துகளின் திசைவேகம் என்பது ஆயம், காலம் சார்ந்த ஒரு திசையின் சார்பலன் ஆகவும், அழுத்தம் என்பது ஆயம், காலம் சார்ந்த ஓர் அளவன் (scalar) சார்பலன் ஆகவும் கூறப்படும். அதாவது,

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}(\mathbf{r}, t)$$

$$p = p(\mathbf{r}, t)$$

இதில் r என்பது இருப்புத்திசையன் (position vector) ஆகும்.

ஆயிலர் சமன்பாடுகள், நியூட்டனின் இயக்கச் சமன்பாடுகளை ஒத்தனவே. ஒரு துகள்மீது செயல்படும் விசை என்பது, அத்துகளின் பொருண்மை (mass), முடுக்கம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனாகும் என்பதே நியூட்டனின் இயக்கவிதி. பாய்மங்களின்

இயக்கத்திற்கு ஏற்றவாறு துகள்களின் தொகுதிக்கு இவ்வியக்க விதியை நிறுவினால், அவை ஆய்லர் உந்தச் சமன்பாடுகள் எனப்படுகின்றன.

தொடர்ந்து இயக்கத்திலிருக்கும் பாய்மத்தில் ஒரு துகள் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் பெற்றிருக்கும் முடுக்கம்

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v}.\nabla)\mathbf{v}$$

இதில் $\mathbf{a}$ என்பது முடுக்கத்தையும், $\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t}\right) dt$ என்பது 'dt' என்ற குறுகிய கால இடைவெளியில், பாய்மத் துகள் பெறும் வேக மாற்றத்தையும், $(\mathbf{v}.\nabla)\mathbf{v}$ பாய்மத்துகள் $\mathbf{v}$ dt என்ற தொலைவு கடந்ததால் ஏற்படும் விரைவு (திசைவேக) மாற்றத்தையும் குறிப்பிடும். ஆயிலர் சமன்பாடு கீழ்க்காணும் முறையில் அமையும்.

$$\rho \left\{ \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} = \left[(\mathbf{v}.\nabla)\mathbf{v} \right] \right\} = -\nabla P + \rho F$$

இதில் F என்பது ஓரலகு பொருண்மை உடைய பாய்மப் பொருள் மீது செயல்படும் விசையாகும். ρ என்பது பாய்மத்தின் அடர்த்தி எனக் கொண்டால், ஓரலகுப் பருமனுள்ள பாய்மத்தில் செயல்படும் விசை ρ,F ஆகும். இச் சமன்பாட்டின் வலப்பக்கம், ஓரலகுப் பருமன் உள்ள பாய்மத்தின் மீது செயல்படும் விசையையும், இடப்பக்கம் பாய்மத்தின் அடர்த்தி மற்றும் துகளின் முடுக்கம் இவற்றின் பெருக்கற் பலனையும் குறிப்பிடுகின்றன. கார்டீசியன் ஆய முறையில் திசைவேக உறுப்புகளை v_x, v_y, v_z எனவும் விசையுறுப்புகளை F_x, F_y, F_z எனவும் கொண்டால், ஆய்லர் சமன்பாடுகள் கீழ்க்காணுமாறு அமையும்.

$$\rho \left[\frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v^x}{\partial z} \right] = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho F_x$$

$$\rho \left[\frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} \right] = -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho F_y$$

$$\rho \left[\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right] = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho F_z$$

இச்சமன்பாடுகளைத் தொகைக்கெழுசெய்து ஓய்வு நிலையிலிருந்து இயங்குகிற, அல்லது சீரான திசைவேகத்துடன் இயங்குகிற, பாய்மத் துகள்களின் இயக்கத்தை வரையறுக்க முடியும்.

கே. ஜெயச்சந்திரன்.

நூலோதி

1. Corben H.C., Stehle, P., Classical Mechanics, 2nd Edn, Wiley Eastern Ltd., New york, 1960.
2. Goldstein, H., Classical Machanics, 2nd Ed., Addison Wesley, London, 1980.

ஆயிலர் எண்கள்

சில தொடர்களின் (series) தொகுப்பைக் கணக்கிட உதவும் இவ்வெண்களின் பயனை முதலில் ஆயிலர் என்ற கணித அறிஞர் கண்டறிந்து கூறியதால் ஆயிலர் எண்கள் (Euler's numbers) என்னும் பெயருடன் இவை வழங்குகின்றன. இவை பெர்னோலி எண்களுடன் தொடர்பு உள்ளவை. பின்வரும் வாய்பாட்டிலிருந்து இவற்றின் மதிப்புக்களை அறியலாம். காண்க, பெர்னோலி எண்கள்.

இத்தொடரின் அமைப்பு கீழ்க்காணுமாறு இருக்கும்.

$E_0 = 1; E_1 = O$

$$E_n + \frac{n(n-1)}{2!} E_{n-2} + \frac{(n(n-1)(n-2)(n-3)}{4!} E_{n-4} + \dots\dots = O; \ (n=1, 2, \dots\dots)$$

ஆகையால் தொகுத்தறி முறையால் n ஒற்றைப்படை எண்ணாக இருக்கும்போது E_n = Oஎன்பதும், இரட்டைப்படை எண்ணாக இருக்கும்போது E_n முழு எண்ணாக இருக்கும் என்பதும் தெளிவாகின்றன.

மேற்கூறிய தொடர்பிலிருந்து $E_2 = -1$, $E_4 = 5$, $E_6 = -61$ $E_8 = 1385$, $E_{10} = -50521$ எனக் கணக்கிடலாம்.

Sec x என்ற சார்பை விரித்தும் ஆயிலர் எண்களைப் பெறலாம். அதாவது,

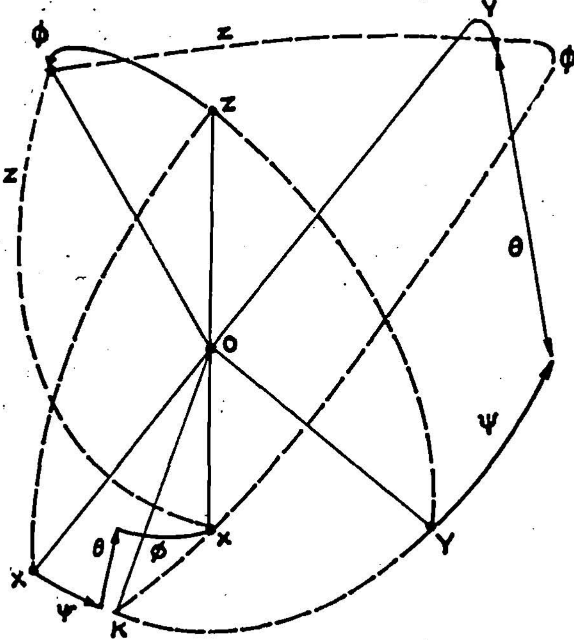
$$\frac{1}{\cos x} = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{E_n}{(2n)!} z^{2n}$$

சுழி (zero) ஆகாத ஆயிலர் எண்களின் இறுதி இலக்கம் 1 அல்லது 5 ஆகும்.

பெ.வ.

ஆயிலர் கோணங்கள்

ஒரு புள்ளியைச் சுற்றிச் சுழலும் ஒரு திண்மப் பொருளின் இயக்கப் பண்புகளைக் குறிப்பிடும் மூன்று கோண ஆயங்கள் (angular coordinates). சுழலும் பொருள்கள், கொட்புக் காட்டி (gyroscope), பம்பரம், மூலக்கூறு அமைப்பு; கோள வடிவமற்ற அணுக்கரு ஆகியவற்றின் இயக்கத்தை விளக்க இக் கோணங்கள் பயன்படுகின்றன. இம்மூன்று கோணங்களும் சமச்சீரானவை அல்ல. ஆனாலும் இவ்வகைக் கோணங்கள் மற்ற வகையான கோணங்களைக் காட்டிலும் எளியவை.



ஆயிலர் கோணங்கள் - ஆயங்களைச் சுழற்றல்

முழுச் சுழற்சியும் கீழ்க்காணு முறையில் பெறப்படும்.

1. ϕ என்ற கோணத்திற்குத் திருப்பப்படுகிறது, OZ அச்சைப் பொறுத்து.
2. θ என்ற கோணத்திற்குத் திருப்பப்படுகிறது, OX அச்சைப் பொறுத்து.
3. Ψ என்ற கோணத்திற்குத் திருப்பப்படுகிறது, OX அச்சைப் பொறுத்து.

OXYZ என்ற வலஞ்சுழி அமைப்புடைய செல்வக முறையில் அமைந்த ஆய அச்சுகள் கார்ட்டீசியன் ஆயமுறை (cartesian coordinates) எனவும், Oxyz என்பது சுழலும் பொருளோடு பொருந்தி அமைந்த ஆய அச்சுகள் எனவும் கொள்வோம். Oxyz என்பது சுழலும் பொருளின் தன் நிலையிடத்தைக் (orientation) குறிப்பிடுகின்றது. இதை OXYZ அமைப்பால் குறிப்பிடமுடியும். OXYZ க்கு இணையாக உள்ள நிலையில் தொடங்கித் தனித்தனியான கீழ்க்காணும் மூன்று சுழற்சிகளை ஏற்படுத்தி OXYZ க்கும் Oxyz க்கும் ஒரு தொடர்பைப்பெற முடியும்.

OZ என்ற அச்சை வலஞ்சுழித் திசையில் Ψ என்ற கோணத்திற்கும், OX என்ற அச்சை வலஞ்சுழித் திசையில் θ என்ற கோணத்திற்கும் OZ என்ற அச்சை வலஞ்சுழித் திசையில் ϕ என்ற கோணத்திற்கும் திருப்ப OXYZ ஆயத்திலிருந்து Oxyz ஆய அமைப்புக் கிடைக்கின்றது. இச் செயல் முறைகளைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் வாயிலாகவும் கூறலாம்.

$$R(\Psi, \theta, \phi) = Z(\phi)\, X(\theta)\, Z(\Psi)$$

ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளிக்கான ஆய்லர் கோணங்களுக்கும் கார்ட்டீசியன் ஆயங்களுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு கீழ்க்காணுமாறு அமையும்.

$$x = X \cos(x,X) + Y \cos(x,Y) + Z \cos(x,Z)$$
$$y = X \cos(y,X) + Y \cos(y,Y) + Z \cos(y,Z)$$
$$z = X \cos(z,X) + Y \cos(z,Y) + Z \cos(z,Z)$$

மூன்று ஆய்லர் கோணங்களின் ஒன்பது வகையான கோசைன் விச்சுகள் (direction cosines) கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

	X	Y	Z
x	$\cos\Psi\cos\phi - \sin\Psi\sin\phi\cos\theta$	$\cos\Psi\sin\phi$ $\sin\Psi\cos\varphi\cos\theta$,	$\sin\Psi\sin\theta$
y	$-\sin\Psi\cos\phi - \cos\Psi\sin\phi\cos\theta$	$\sin\Psi\sin\phi$ $\cos\Psi\cos\varphi\cos\theta$	$\cos\Psi$ $\sin\theta$
z	$-\sin\phi\sin\theta$	$-\cos\varphi\sin\theta$	$\cos\theta$

கே. ஜெயச்சந்திரன்

ஆயிலர் ஃபை சார்பு

ஆயிலர் ஃபை சார்பு (Eeuler phi function) என்பது, n என்ற இயல் எண்ணைவிடக் குறைவாக உள்ள மிகை எண்களையும், n ஐயும் பொதுவாக வகுக்கும் எண் 1 ஆக மட்டுமே உடைய பகாவெண்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான சார்பு ஆகும். இது $\varphi(n)$ என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகின்றது. எடுத்துக் காட்டாக, 7 என்ற இயல் எண்ணைவிடக் குறைவாக உள்ள எண்களுக்கும், 7க்கும் பொதுவான வகுக்கும் எண் 1ஆக மட்டுமே உள்ள எண்கள் 1,3,5 ஆகிய மூன்று எண்களாகும். $\varphi(7) = 3$ என்ற குறியீட்டால் இது குறிக்கப்படுகிறது. இதேபோல் $\varphi(12) = 4$ ஆகும். இங்கு 1,5,7,11 ஆகிய 4 எண்கள் 12-ஐ விடக் குறைவாகவும், பகா எண்களாகவும்

உள்ளன. ஆயிலர் ஃபை சார்பு எண்கோட்பாட்டில் பயன்படும் ஒரு சார்பாகும்.

ப.க.

ஆயிலர் மாஸ்செரோனி மாறிலி

ஆயிலர் மாறிலி (Euler's constant) அல்லது ஆயிலர் மாஸ்செரோனி மாறிலி (Euler Mascheroni constant என்பது $1 + 1/2 + 1/3 + \ldots\ldots + 1/n - \log n$ என்ற விரிவில் n முடிவிலியை நெருங்கும்போது கிடைக்கும் எல்லை மதிப்பு ஆகும்.

சம மதிப்புள்ள பல முடிவிலித்தொகைகளாலும் (infinite integrals) இம்மாறிலி, வரையறுக்கப் படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, c ஆயிலர் மாறிலியைக் குறித்தால்,

$$c = \lim_{n \to \infty} \left[\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{k} - \log e^{n} \right]$$

$$c = - \int_{0}^{\infty} e^{-t} \log t \, dt$$ ஆகியவற்றின் மூலம்

ஆயிலர் மாறிலி வரையறுக்கப்படுகின்றது. மாறிலியின் மதிப்பு 0.57721567 எனக் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. காமாச் சார்பின் (gamma function) ஒரு வரையறையிலும் இது பயன்படுகிறது.

பெ. வ.

ஆயிலர் மெக்லாரின் வாய்பாடு

ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட தொகையின் (finite integral) மதிப்பீட்டைக் காண்பதற்குப் பயன்படும் சமன் பாடு (equation) ஆயிலர் மெக்லாரின் வாய்பாடு (Euler-Maclaurin formula) எனப்படும். f(x) என்ற சார்பு (function) வெளிப்படையாகத் தெரிந்த சார் பாகவோ தொகையீடு காண்பதில் பயன்படும் இரண்டு எல்லைப் புள்ளிகளில் (limit points) இச்சார் பின் வகைக்கெழுவைக் காணும்போது வரையறைக் குட்பட்ட மதிப்புடையதாக இருந்தாலோ இந்தச் சார்பின் வகைக்கெழுவை எண்முறையில் காணமுடிந் தாலோ ஆயிலர் மெக்லாரின் வாய்பாட்டைப் பயன் படுத்தலாம். இதனைக் கீழுள்ளபடி எழுதலாம்.

$$\int_{a}^{b} f(x)\,dx = h\left[\frac{Y_0}{2} + Y_1 + Y_2 + \ldots \frac{Y_n}{2}\right]$$

$$\sum \frac{h^{k+1}}{(k+1)} . B_{k+1} \left[Y_n^{(k)} - Y_0^{(k)} \right]$$

இங்கு y_0, y_n என்பது முறையே x = a, x = b என்ற புள்ளிகளில் f(x) இன் மதிப்பு; $y_1, y_2, \ldots\ldots\ldots\ldots$ என் பன சாரா மாறிகளின் (independent variables) இடை வெளியில் (intervals) சமபகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட தால் ஏற்படும் இடைநிலைப் புள்ளிகளில் (intermediate points) f(x) இன் மதிப்புகள்; B_k என்பன பெர் னோலி எண்கள் $y_n^{(k)}, y_0^{(k)}$ என்பன முறையே x = a, x = b என்ற புள்ளிகளில் k முறை வகையீடு செய்வதால் ஏற்படும் மதிப்புகளாகும். மேலும் தொகையீட்டியின் மதிப்புத் தெரிந்தால், மேலேயுள்ள சமன்பாட்டின் வலப் பக்கத்தில் உள்ள வரையறுக் கப்பட்ட கூடுதலின் மதிப்பைக் காண்பதற்கும் இந்த வாய்பாடு பயன்படுகிறது. காண்க, பெர்னோலி எண்கள்.

ஆயிலர் மெக்லாரின் வாய்பாடு ஓர் அணுகு கோட்டுத் தொடர் (asymptotic series) ஆகும். எனவே இத்தொடர் குவியாது. இதனை மிகவும் கவனமாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். காண்க, அணுகுகோட்டுத்தொடர்

பெ.வ.

ஆயிலர், லியனார்டு

சுவிட்சர்லாந்து நாட்டுக் கணித அறிஞர் லியனார்டு ஆயிலர் (Leonhard Euler) கணிதத்துறையில் ஈடு படாத பிரிவே இல்லை என்று கூறினால் அது மிகை யாகாது. 1707 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் 15ஆம் தேதி பேசல் (Basel) என்ற நகரில் பிறந்து, 1783ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 18 ஆம் தேதி அமர



லியனார்டு ஆயிலர்

ரான இவர், மற்ற துறைகளில் ஈடுபாடு கொண்டிருந்தாலும் கணிதத்துக்காகவே வாழ்ந்தார் என்பது அவரது கண்டுபிடிப்புகளிலிருந்து புலனாகும்.

பேசல் என்ற பல்கலைக் கழகத்தில் 1723 இல் பட்டம் பெற்ற இவர் முதலில் பயின்ற துறைகள் மருத்துவம், இறையியல் (theology), கிழைநாட்டு மொழிகள் ஆகியனவாகும். ஜீன் பெர்னோலி (Jean Bernoulli) என்ற கணித அறிஞரின் மாணவரான இவர், உருசிய நாட்டு அரசி காதிரினின் அழைப்புக்கிணங்க உருசியா சென்றார். உருசிய நாட்டுச் செயிண்ட் பீட்டர்ஸ் பர்க் (St. Petersburg) (தற்போது இலெனின் கிராடு) பல்கலைக்கழகத்தில் 1730 முதல் இயற்பியல் பேராசிரியராகவும், 1733 முதல் கணிதப் பேராசிரியராகவும் பணியாற்றினார். அப்பொழுது வெளியான இவரது ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளும் நூல்களும் இவருக்குப் பெரும் புகழ் சேர்த்தன, ஃபிரடெரிக் (Frederick) பேரரசரின் விருப்பததுக்கிணங்க 1741 ஆம் ஆண்டு பெர்லின் (Berlin) சென்று அங்குள்ள அறிவியல் கல்விக் கழகத்தில் (Academy of Science) கணிதப் பேராசிரியராக 25 ஆண்டுகள் பணியாற்றினார். கல்வித்துறையில், அரசரின் தலையீடு அதிகமாவதை விரும்பாத இவர், மீண்டும் 1766 ஆம் ஆண்டு பீட்டர்ஸ்பர்கு நகருக்குத் திரும்பினார். அதிகமான உழைப்பால் 1733 ஆம் ஆண்டில் ஒரு கண்ணை இழந்த இவர், இறக்கும் வரை மனம் தளராது தம் ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்து புதிய கண்டுபிடிப்புகளையும் நூல்களையும் இறுதி வரை வெளியிட்டுக் கொண்டே இருந்தார்.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் தம் ஆராய்ச்சித் திறனால், நியூட்டனுக்கு (Newton) அடுத்த இடத்தைப் பெறுபவர் ஆயிலர்; தூயகணிதத்தின் (pure mathematics) பலதுறைகளிலும் ஆராய்ச்சி செய்து, பழைய முடிவுகளைச் செம்மைப்படுத்தி, வகைப்படுத்திப் பல புதிய முடிவுகளைக் கண்டுபிடித்துக் கட்டுரைகளையும், நூல்களையும் அயராது உருவாக்கினார். இவரது அறிவு, செய்முறைத்திறன் கொண்டதாக இருந்ததனால், தாம் கண்ட பொது முடிவுகளை எவ்வண்ணம் பயன்படுத்தலாம் என்பதை முறையாகக் கண்டுபிடிக்கும் வரை இவர் அயரவில்லை. இவரது ஆயுட் காலத்தில் 500 வெளியீடுகளும் இவர் இறந்தபின் 200 வெளியீடுகளும் அச்சு வடிவம் பெற்றன. இவரது முழு வெளியீடுகளும் தொகுக்கப்பட்டு 1911 ஆம் ஆண்டு, 72 தொகுதிகளாக முதன் முதலாக வெளியிடப்பட்டன.

வானியல் (astronomy) குறிப்பாக நிலாவின் இயக்கங்கள், ஒளியியல் (optics), இயற்கணிதம் (algebra), குறிப்பாக எண் கொள்கை (number theory), இயக்கவியல் (dynamics), பகுமுறை வடிவக் கணிதம் (analytical geometry) முதலான பல துறைகளில் ஏற்கனவே தெரிந்த முடிவுகளைப் புதியனவாகக் கண்ட முடிவுகளைக் கொண்டு செம்மைப் படுத்தி நூல் வடிவில் தொகுத்தார்.

கணிதத்தை எளிதில் எழுதுவதற்கு நாம் பயன்படுத்தி வரும் குறியீடுகள் பலவற்றை முதலில் அறிமுகப்படுத்தியவர் ஆயிலர் ஆவர். கூட்டல் தொகுதிக்குப் பயன்படுத்தும் Σ (sigma), கலப்பு எண்களில் பயன்படுத்தும் i, கோண கணிதத்தில் விகிதங்களுக்கு வழங்கும் Sin, Cos முதலானவை, எதிர்மறைச் சார்புக்கு (inverse function) வழங்கும் $f^{-1}(x)$ போன்ற பல குறியீடுகளை ஆயிலர் உருவாக்கினார். மற்றும் இயற்கை மடக்கையின் அடியாக (base of natural) (logarithms) அமைந்த e என்ற குறியீட்டுக்குக் காரணமும் ஆயிலர்தான். π, e, i ஆகிய எண்களை இணைக்க ஆயிலர் அமைத்த தொடர்பு $e^{i\pi} + 1 = 0$ என்பதாகும்.

அடிப்படை வடிவக் கணிதம் (fundamental geometry) முதல் உயர் நுண்கணிதம் (advanced calculus) ஈறாகக் கணிதத்தின் பலபகுதிகளில் இவர் கண்ட முடிவுகள் சிறப்பான இடம் வகிக்கின்றன.

ஒரு முக்கோணத்தில் செங்கோட்டு மையத்தையும் (orthocentre) சுற்றுவட்ட மையத்தையும் (circumcentre) இணைக்கும் கோடு ஆயிலர் கோடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இக்கோட்டில் ஈர்ப்பு மையம் (bary centre) அமைந்துள்ளது. இவை பற்றிய சில தேற்றங்களும் கம்பின் வெட்டுமுகங்கள் குறித்த சில முடிவுகளும் இவர் வடிவக் கணிதத்தில் காட்டிய ஈடுபாட்டின் விளைவுகளேயாகும். ஒழுங்கான திண்மங்களின் (regular solids) விளிம்பு (E), முகம் (F), உச்சி (V) ஆகியவற்றை இணைக்கும் சமன்பாடான $E + 2 = V + F$ ஆயிலர் சமன்பாடாகும். மேலும், இன்று மிகுந்த வளர்ச்சி பெற்றுள்ள இடத்தியல் (topology), வரைவியல் கோட்பாடு (graph theory) ஆகிய துறைகளுக்கு ஓர் அடிக்கல் போன்ற கோனிக்ஸ்பர்கு பாலக் கணக்குக்கு (konigsberg bridge problem) இவர் தீர்வு கண்டார்.

நுண்கணித வடிவக் கணிதத்தில் (differential geometry) வளைமை (curvature) பற்றிய சில முடிவுகள் ஆயிலர் கண்டவையாகும்.

கோணச் சார்புகளை எண் விகிதமாகக் கருதி இயற்கணித வழி ஆராய்ந்தவர் ஆயிலர். $e^{ix} = \cos x + i \sin x$ என்ற முற்றொருமை, ஆயிலர் பெயர் கொண்டு விளங்குகின்றது.

கோண கணிதச் சார்புகளையும் (trigonometric functions) அதி வளைவுச் சார்புகளையும் (hyperbolic functions) இணைக்கும் சமன்பாடுகளை ஆயிலர் நிறுவினார்.

$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots\ldots + \frac{1}{n}$ long என்ற விரிவில், n, முடிவிலியை நெருங்கும் போது கிடைக்கும் எல்லை மதிப்பு ஆயிலர் மாறிலி (Euler's constant) என்ற பெயரில் வழங்கப்படுகின்றது.

நுண்கணிதத்தில் இவர் கண்டுபிடிப்புகள் பல. ஒருபடித்தான சார்புகளின் (homogeneous functions) வகைக்கெழு பற்றிய இவரது தேற்றமானது, வகைக் கணிதத்தில் சிறப்பான தேற்றமாகும். வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் (differential equation), மாறுபாட்டு நுண்கணிதம் (calculus of variations), கலப்பமைப்புகள் (complex form), பீட்டா (beta), காமாச் (gamma) சார்புகள் ஆகியவற்றில் இவர் கண்ட முடிவுகள் நுண்கணிதம், பகுப்பாய்வியல் (analysis) துறைகளின் வளர்ச்சிக்குப் பேரளவில் உதவின..

பாய்ம இயக்கவியலில் (fluid mechanics) ஆயிலர் கண்ட ஒரு முக்கியமான கோட்பாடு, உராய்வில்லாத (frictionless) அல்லது பிசுபிசுப்பில்லாத பாய்ம ஊடகத்தில் (fluid medium) நகரும் துகள்களின் உந்தம் (momentum) மாறாதது என்பதாகும். இதனை நிறுவ அவர் பயன்படுத்திய நேரிலாப் பகுதி வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் (nonlinear partial differential equation), ஆயிலர் நீரியக்கச் சமன்பாடுகள் (Euler hydrodynamic equations) என அழைக்கப்படுகின்றன.

கோ. சண்முகசுந்தரம்

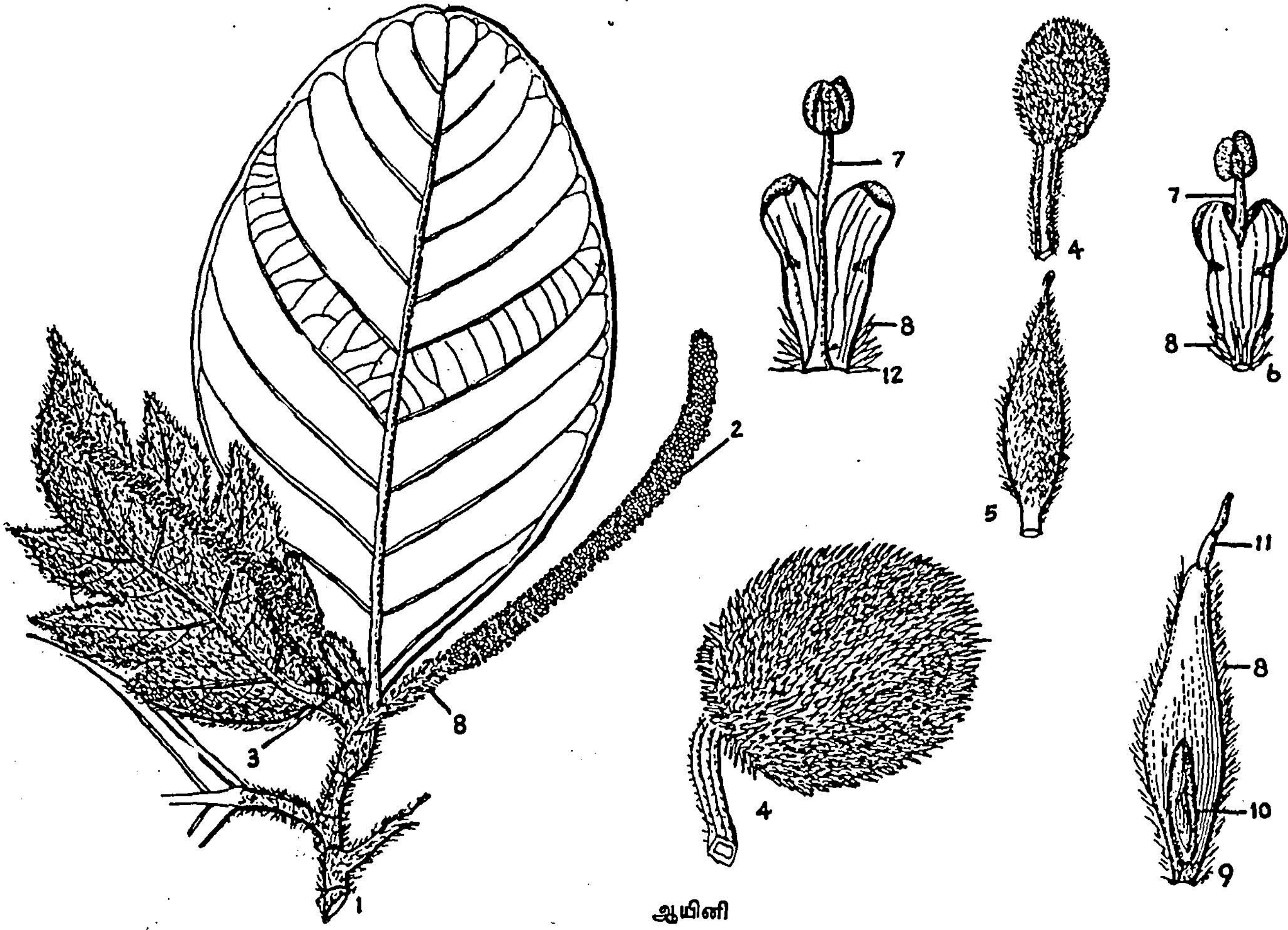
ஆயினி

இதற்குத் தமிழில் அஞ்சிலி என்றும் வணிகத் துறையில் ஆயினி என்றும் பெயர். இது இருவித்திலைப் பிரிவையும் (dicotyledoneae) ஒரு பூவிதழ் வட்டத்தையுமுடைய(monochlamydeous) மோரேசிக் (moraceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இதற்குத் தாவரவியலில் **அர்ட்டோக்கார்ப்பஸ் ஹிர்சூட்டா** ***(Artocarpus hirsuta lam.)*** என்று பெயர். இது வடக்குக் கனராவிலிருந்து மலபார் வரையிலுள்ள மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை, குடகு (Coorg), திருவிதாங்கூர் (Travancore), வைநாடு (Wynaad), ஆனைமலை ஆகிய மலைப்பகுதிகளில் 1300 மீ. உயரம் வரை காணப்படுகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது 60 முதல் 70மீ. உயரத்தையும், 40 மீ. குறுக்களவையும் பெற்று வளரக் கூடிய பசுமைநிற (evergreen) மரமாகும். இதற்குப் பால்மம் (latex) உண்டு. இதன் இளம் பாகங்கள், இலையடிச்சிதல்கள் (stipules), இலைக்காம்புகள், நரம்புகள் (veins) மஞ்சரித்தண்டு ஆகியவை கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும். இலைகள் அகன்ற முட்டை வடிவத்திலும் (ovate) தலைகீழ் முட்டை வடிவத்திலும் (obovate) நீள்வட்ட (eliptic) வடிவத்திலும், மாற்றடுக்கு அமைவிலும் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும்; இவற்றின் நுனி கூர்மை (acute) அல்லது நீள் கூர்மையுடன் (acuminate), அடிப்பாகம் வட்டமாக அல்லது குறுகலாக இருக்கும்; இலைகள் 12.5 முதல் 30 செ.மீ. நீளத்தையும், 7.5 முதல் 15 செ.மீ அகலத்தையும் பெற்றிருக்கும்; இலையடிச்சிதல் ஈட்டி வடிவானது (lanceolate); இலைகள் 7 முதல் 11 சோடி நரம்புகளைப் பெற்றிருக்கும். நாற்றுகளின் இலைகளும், தளிர்களும் நுனிக்கூர்ம்பல் (serrate) போன்ற விளிம்பையோ, சிறகொத்த பிளவுகளையோ (pinnatifid) பெற்றிருக்கும். பூக்கள் ஒருபாலானவை (unisexual); ஆண் பூக்கள், நெருக்கமான பூங்கொத்து (amentum) எனப்படும் மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும். இது 10 முதல் 15 செ.மீ. நீளமுள்ளது; ஆண் பூக்களுக்கு இரண்டு இணைந்த பூவிதழ்களும் (tepals), பூவடிச்சிதல்களும் (bracts) உண்டு. ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு மகரந்தத் தாள் இருக்கும். ஆண் மஞ்சரி தனித்தோ (solitary), சோடியாகவோ இலைக்கோணங்களில் (axils) காணப்படும். பெண் மஞ்சரி முட்டை அல்லது உருளை வடிவத்தில் எண்ணற்ற பூக்களைப் பெற்றுத் தனித்திருக்கும். இது 2.5 செ.மீ. நீளமுடையது. பெண் பூவின் பூவிதழ் வட்டம் (perianth) முழுமையானது. சூலகத்தண்டு பூவிதழ் வட்டத்திற்கு வெளியே நீண்டிருக்கும். சூற்பை ஒரே ஒரு அறையையும், ஒரு சூலையும் கொண்டது. சூல்கள் தொங்கு சூல் அமைவு கொண்டவை (pendulous placentation) கனி கூட்டுக்கனி வகையைச் (compound fruit) சார்ந்தது, முதிர்ச்சியடைந்த கனி எலுமிச்சைப்பழ அளவைப்பெற்று எண்ணற்ற, முட்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். விதைகள் எண்ணற்றவை; முட்டை வடிவத்திலும், அவரை விதை போன்றுமிருக்கும். இவற்றிற்கு முளை சூழ்சதை (endosperm) கிடையாது.

இதன் பட்டை சாம்பல் நிறத்துடன் சமமான பரப்புடன் (smooth) காணப்படும். வெட்டியவுடன் இதன் கட்டை பொன்னிறம் கலந்த மஞ்சள் நிறத்துடனிருக்கும், பிறகு பழுப்பு நிறமடைந்து கடைசியில் கரும்பழுப்பு நிறத்தை அடையும். இதற்குத் தேக்கு மரத்துக்கு ஈடான வலிமை உண்டு. இருந்த போதிலும், இலேசானதாக இருக்கும். இதைக் கொண்டு செதுக்கு வேலைகள் செய்வது எளிது. இது மெருகை (polish) நன்கு எடுத்துக்கொள்ளும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் கட்டை, நீரில் நீண்ட காலங்களுக்கு நீடித்திருக்கக்கூடியது; கறையான், பூஞ்சை ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படாதது. தேக்கு மரக்கட்டைக்குப் பதிலாக இதன் கட்டையைக் கேரளாவில் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இது படகுகள், கப்பல்களின் சில பாகங்கள், கட்ட வேலைகள், மேசைநாற்காலிகள், தொட்டில்கள்



ஆயினி

1. ஆண் மிலார் 2 ஆண் மஞ்சரி 3. இலையடிச்சிதல் 4. பெண் மஞ்சரி (இரு அளவுகளில் காண்க) 5. பெண் பூ 6. ஆண் பூ 7. மகரந்தத்தாள் 8. கேசங்கள் 9. பெண் பூவின்நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 10. சூல் 11. சூலகத்தண்டு 12. ஆண் பூவின் விரிப்புத் தோற்றம்.

உழவுச் சாதனங்கள் ஆகியவற்றைச் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தேயிலைப் பெட்டிகள், விமானத்தின் பாகங்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. விதைகள் உண்பதற்கும் மருத்துவத் திற்கும் பயன்படுகின்றன.

எ.கோ.

நூலோதி

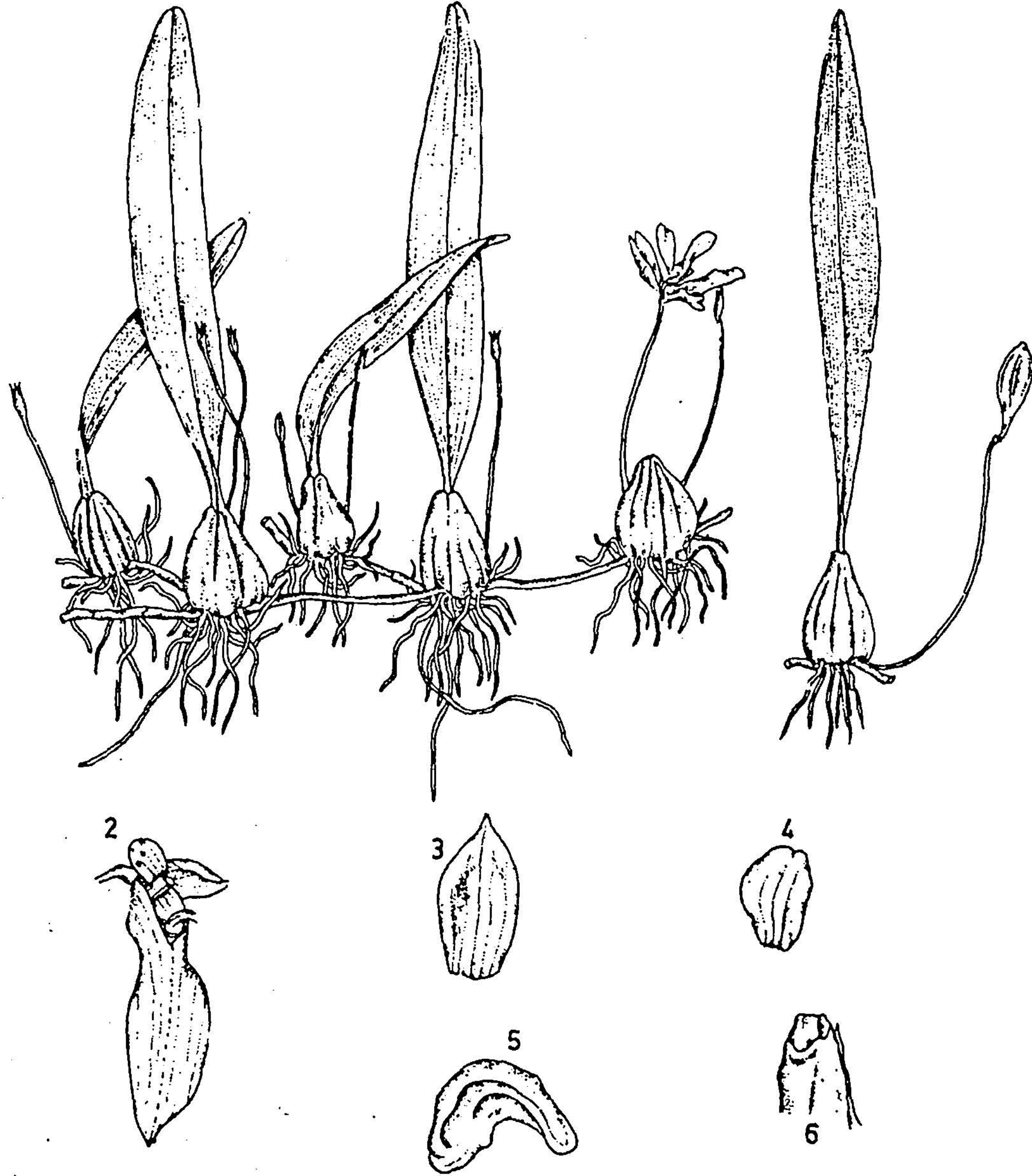
1. Fischer, C.E.C., Gambles Fl. Pres. Madras, Adlard & Son Ltd., London, 1928.
2. Hooker, J.D., Hook. F. Fl.Br. Ind., 1888.
3. The Wealth of India. Vol.I., CSIR, Publication, New Delhi, 1984.

ஆர்க்கிடேசி

ஒருவித்திலைப்பிரிவைச் (monocotyledoneae) சார்ந்த குடும்பங்களில் ஒன்று ஆர்க்கிடேசி (orchidaceae) ஆகும். இது ஏறக்குறைய 450 பேரினங்களையும் (genera) 10,000 முதல் 15,000 வரையிலான சிற்றினங்களையும் (species) பெற்றுள்ள மிகப்பெரிய குடும்பமாகும். தென்னிந்தியாவில் ஏறக்குறைய 60 பேரினங்களும் 194 சிற்றினங்களும் காணப்படுகின்றன. வளர் இயல்புகள் (habits), வாழ்இடங்கள் (habitats), பூக்களின் தனிப்பட்ட பண்புகள் ஆகிய வற்றின் அடிப்படையில் இக்குடும்பம் மிக உன்னத மான (specialized) அல்லது உயர்ந்த (advanced) நிலை அடைந்திருக்கின்றது என்று கருதப்படுகின்றது. இதன் சிற்றினங்கள் எல்லாம் ஆர்க்கிடுகள் (orchids) என்ற பொதுப் பெயரால் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை உலகம் முழுவதும் பரவியிருந்த போதிலும், குறிப்பாக வெப்ப மண்டலப்பகுதிகளில் (tropics) அதிக அளவிலும், ஆர்க்டிக் (arctic) பகுதிகளில் மிக அரிதாகவும் காணப்படுகின்றன. வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலுள்ள பெரும்பாலான பேரினங்கள் தொற்று அல்லது ஒட்டு வாழ் தாவரங்களாக (epiphytes) இருக்கின்றன. மிதவெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் உள்ள பெரும்பாலான தாவரங்கள் நிலத் தாவரங்களாக அமைகின்றன.

மிதவெப்ப மண்டலப்பகுதிகளிலுள்ள பெரும்பாலானவை நிலத்தாவரங்களாக இருக்கின்றன.

பொதுப்பண்புகள். இக்குடும்பத்தில் பல பருவக் குறுஞ்செடிகளும் (perennial herbs) நிலவாழ் தாவரங்களும் தொற்று அல்லது ஒட்டு வாழ் தாவரங்களும் மட்குண்ணிகளும் (saprophytes: *Corollorrhiza; Neottia; Didynoplexis; Epipogum*) சில ஏறுகொடிகளும் (climbers இருக்கின்றன. நிலவாழ்தாவரங்களின் வேர்கள் சல்லி வேர்களாகவோ(fibrous roots), கிழங்குபோன்ற தடிப்புற்றவேர்களாகவோ(tuberous roots), கயிறு போன்ற (cordlike) வேர்களாகவோ இருக்கும். ஆனால் தொற்று அல்லது ஒட்டுவாழ் தாவரங்கள் சில நிலத்தாவரங்கள் ஆகியவற்றின்/ கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள இடைக்கணுக்கள் (internodes) பருத்துப்பொய்க் குமிழ்த்தண்டுகளாக (pseudobulbs) மாறிக் காணப்படுவதுடன் நீரையும், சேமிப்புப் பொருள்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. தொற்று அல்லது ஒட்டுவாழ் தாவரங்கள் மூன்று வகையான வேர்களைப் பெற்றிருக்கும். ஒருவகை வேர், செடிகளை மரக்கிளைகளுடன் பிணைப்பதற்கு (clasping, climbingor anchoring roots) உதவும். புவிசர்ப்பினால் (gravity) பாதிக்கப் படாமலும், ஒளிநாட்டம் அற்றவையாகவும் இருக்கும். இவை ஒன்றோடொன்று வலைபோன்று பின்னிக்கொண்டு காணப்படும். இவை மக்குகளும், நீருமுள்ள தேக்கமாகச்(reservior) செயல்படுகின்றன. இவற்றுள் உறிஞ்சும் வேர்கள் (absorbing root) உட்புகுந்து இவற்றைப் பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன. இரண்டாம் வகையான வேர்கள் தோரணங்கள் போன்று நிலம் நோக்கித் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். மூன்றாம் வகை வேர்கள் காற்றிலுள்ள நீரை உறிஞ்சுவதற்குப் பயன்படுகின்ற முனைசூழ்தாள்சவ்வு (velamen) என்ற திசுவினால் மூடப்பட்டிருக்கும். இவை உலர்ந்த நிலையில் வெண்மையாகவும், நீரை உறிஞ்சிய பிறகு பசுமையாகவும் காணப்படும். மட்குண்ணிகளில் பச்சையம் (chlorophyll) கிடையாது. இலைகள் சாதாரணமாக மாற்றிலையடுக்கமைவிலும் (alternate phyllotaxy), இருபக்க அடுக்கமைவிலும் (bifarious or distichous phyllotaxy) காணப்படும்; வட்ட அடுக்கமைவும் (whorled phyllotaxy), எதிர்ப்பக்க அடுக்கமைவும் (opposite phyllotaxy) மிக அரிது; இலைகள் சில சிற்றினங்களில் செதில்களாகச்(scales) குறைவுற்றும், சவ்வு போன்றும் (membranous) காணப்படுவதுண்டு. இலைகள் நீண்டு (linear), பட்டையாக (lorate), முட்டை (ovate)அல்லது வட்டவடிவத்தில் (orbicular) இருக்கும்; சிலசமயங்களில் சதைப்பற்றுடன் (succulent) இருக்கக்கூடும். பூக்கள் பெரும்பாலும், பெரியவை, பல வண்ணங்களுடையவை, கண்கவரும் அழகுள்ளவை. இவை ஸ்பைக் (spike), ரெசிம் (raceme) அல்லது பேனிக்கிள் (panicle) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும்; சிலவற்றில் இவை தனித்திருப்பதுண்டு. பூக்கள் இருபாலானவை (bisexual), இருபக்கச் சீரானவை (zygomorphic) பூவடிச்சிதல்களுடையவை (bracteate), காம்புடனோ காம்பின்றியோ இருப்பவை. மொட்டுகள் மேன்மேலும் வளர்ச்சியடையும்பொழுது பூக்காம்பு போன்று காணப்படுகின்ற சூற்பை 180°வரை சுழல்வதால் பூக்களின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள பாகங்கள் மேல்பக்கத்திற்கும், அவற்றின்மேற்பகுதியிலுள்ள பாகங்கள் கீழ்ப்பக்கத்திற்கும் இடம் மாறி இறுதியில் அமைகின்றன. இவ்வகைச்சுழற்சியில் பூவின் மேற்பகுதியிலுள்ள உதடு (labellum or lip) என்று கூறப்படுகின்ற ஒரு வகை அல்லி இதழ் கீழ்ப் பக்கத்திற்கு வந்தடைந்து அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படுத்தும் பூச்சிகள் உட்காருமிடமாக அமைகின்றது. இந்த வகைச் சுழற்சிக்கு தலைகீழான சுழற்சி (resupination) என்று பெயர். இது பெரும்பாலான சிற்றினங்களில் ஏற்படுகின்றது. புல்லிவட்டம் மூன்று இதழ்களைக் கொண்டது. இவை பசுமையாகவோ, அல்லி இதழ்களின் நிறத்தையோ பெற்றிருக்கும்; ஒழுங்கற்ற 'திருகுமுறையிலமைந்திருக்கும் (imbricate); புல்லி இதழ்கள் எல்லாம் ஒரே விதமாக இருக்கும் அலலது மையத்திலுள்ள புல்லி இதழ் மட்டும் மற்றவைகளைவிடப் பெரியதாகவோ வேறுபட்ட நிறத்துடனோ இருக்கக்கூடும். அல்லி இதழ்கள் 3; மைய அல்லி இதழ் மட்டும் அமைப்பு, அளவு, நிறம் பொறுத்து மற்ற இதழ்களிலிருந்து வேறுபட்டு, எடுப்பாகவும், கவர்ச்சிகரமாகவும் இருக்கும்; இதற்கு உதடு என்று பெயர்; இதன் அடிப் பாகம் நீண்டகுழல் (spur) போன்றோ, பை (sac) போன்றோ இருக்கும் இவற்றில் சாதாரணமாகத் தேன் சுரக்கப்பட்டிருக்கும். சூற்பை (ovary) கீழ் மட்டத்தில் அமைந்து மூன்று சூலக இலைகளினாலானது (carpels), ஒரே ஒரு அறை கொண்டது, இரு சீர் வரிசைகளிலமைந்த (biseriate) மூன்று சுவரொட்டிய (parietal) சூலொட்டுத்திசுவைக் (placenta) கொண்டது; சில பேரினங்களில் மட்டும் சூற்பை மூன்று அறைகளைக் கொண்டு, சூல்கள் அச்சுச்சூல் ஒட்டு அமைவுடன் (axile placentation) காணப்படும். சூல்கள் எண்ணற்றவை, மிகச் சிறியவை, தலைகீழானவை (anatropous). சூலகத்தண்டு (style), சூலகமுடி (stigma), மகரந்தத்தாள்கள் (stamens) மூன்றும் வெவ்வேறு அளவில் இணைந்து சூலக ஆணகம் அல்லது கலம் (gynandrium or column) என்ற ஒரு சிக்கலான அமைப்புடன் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலானவற்றில் மகரந்தத்தாள் ஒன்றாகவும் (monandreae) சிலவற்றில் இரண்டாகவும் (diandrae) இருக்கும். மகரந்தத்தாள் ஒன்றாக இருக்கும்பொழுது அது சூலக ஆணகத்தின் உச்சிப் பகுதியிலும், இரண்டாக இருக்கும்பொழுது அதன் பக்கவாட்டிலும் முறையே அமைந்திருக்கின்றன; மகரந்தம் பொடியாகவோ, ஒன்று சேர்ந்த



படம் ஹேபினேரியா பிளாடி:.பில்லா

1. செடி 2, 3. பூ 4. கலம் 5. லேபல்லம் 6. வால்

பொலீனியா (polenia) என்ற மெழுகு போன்ற திரள்களாகவோ காணப்படும். மகரந்தப் பைகள் 2 அல்லது 8 அறைகளையும், இவற்றின் எண்ணிக் கைக்குத் தக்கவாறு பொலீனியாவையும் பெற்றிருக் கும். பொலீனியா இல்லாத கீழ்ப்பகுதிக்கு காடிக்கிள் (caudicle) என்று பெயர். காடிக்கிள் ராஸ்டல்லத்தின் (rostellum) ஒருபகுதியுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். மகரந்தம் ரப்பர் போன்று நீளும் தன்மையுள்ள இழைகளினால் இணைக்கப்பட்டுக் காணப்படும். 1 முதல் 2 மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள் அநேகமாக இருப்பதுண்டு. சூலகமுடி 3 பிளவுகளுடனிருக்கும், இவற்றில் மூன்று அல்லது இரண்டு மட்டும் செயல் படும்; அப்பொழுது மூன்றாவது பிளவு மாற்றுரு அடைந்து ராஸ்டல்லம் ஆகின்றது. கனி காப்சூல் (capsule) வகையைச் சார்ந்தது; நீர் ஈர்க்கும் தன்மை யினால் கனி வெடித்து 3 முதல் 6 பகுதிகளாகப் (valves) பிரிகிறது. விதைகள் எண்ணற்றவை, பெரும்பாலும் கதிர்வடிவானவை (fusiform), முளை

சூழ்சதையற்றவை (exendospermous), வளர்ச்சியடையாத நிலையிலுள்ளவை; தூள் போன்று மிக நுண்ணியவை, இலேசானவை. இவை காற்றின் மூலம் பரப்பப்படுகின்றன; விதை உறை வேறுபாடு அடையாத ஒருசில செல்களினாலானது. இப்படிப் பட்ட விதைகள் ஒவ்வொரு கனியிலும் ஏறத்தாழ 2,000,000 விதைகளைப் பெற்று, இவை வெளிப் பட்டவுடன் வெகுதூரங்களுக்குக் காற்றினால் பரப்பப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் ஆர்க்கிட் விதையிலும், வேறுபாடு அடையாத கரு இருக்கும். இத்தன்மையுள்ள விதைகள் தாமாகவே முளைப்பதில்லை. இவை முளைப்பதற்குக் குறிப்பிட்ட வேர்க்காளான் (mycorrhiza) தேவைப்படுகின்றது. வேர்க்காளான் விதையுறை மூலம் ஊடுருவிச் சென்று, முளைப்பதற்குத் தேவையான உணவுப் பொருளைக் கொடுக்கின்றது.

மகரந்தச் சேர்க்கை. ஆர்க்கிட் பூக்களில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுவதற்கான எண்ணற்ற தக அமைவுகள் (adaptations) உள்ளன. அவற்றில் பெரும்பாலானவை சிக்கலாகவும் இருக்கின்றன. பொதுவாக ஆர்க்கிட்களில் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை, ஈக்கள், வண்ணத்துப்பூச்சிகள், குளவிகள், பல வகையான தேனீக்கள், பறவைகள் ஆகியவற்றினால் ஏற்படுகின்றது. ஆனால் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை மிகக்குறைந்த விழுக்காட்டில் ஏற்படுகின்றது. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படுத்தும் உயிரினங்கள் பல காரணங்களுக்காக ஆர்க்கிட் பூக்களை வந்தடைகின்றன. இவை மகரந்தத்திற்காகவும், மணத்திற்காகவும், கவர்ச்சியான வண்ணத்திற்காகவும் வருகின்றன. மேலும் எதிரிகள் போன்ற தோற்றத்தினாலும், ஆண், பெண் உயிரினங்கள் போன்ற போலித் தோற்றத்தினாலும் ஏற்படுகின்ற தடுமாற்றத்தினால், இவை பூக்களைத் தேடிச் செல்கின்றன. சிலவகைப் பூக்களின் அமைப்பும், தோற்றமும் ஏமாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதனால் இவை தாமாகவே வந்து சிக்கிக் கொள்கின்றன. ஒருசில மகரந்தச் சேர்க்கை முறைகள் மட்டும் இங்கு விவரிக்கப்படுகின்றன.

அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை. தேனீக்களினால் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படுகின்றபூக்கள் நறுமணத்தையும், கவர்ச்சிகரமான நிறத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன இவ்வகைப் பூக்கள் பகலில் மலருகின்றன. இவற்றில். தேன் அடித்தளத்திலிருக்கும். தேனிருக்குமிடத்தைச் சுட்டிக் காட்டுவது போன்ற பல வண்ண வரிகள் உண்டு. ஆர்க்கிட் உதட்டின் அடியில் குழல் போன்ற அமைப்பு காணப்படும். இதற்கடியிலிருக்கும் தேனை எடுப்பதற்குத் தேனீ முதலில் நுழைந்து பிறகு வெளி வரும்பொழுது சூலகமுடியிலிருக்கும் ஒருவகை ஒட்டிக் கொள்ளக்கூடிய நீர்மம் இதன் முதுகில் படுவதனால், மேலும் பின்னோக்கி வெளியே வரும்பொழுது, பசை போன்ற தன்மையுள்ள அதன் முதுகின்மேல் பொலீனியா ஒட்டிக்கொள்கின்றது. இந்நிலையில் மகரந்தம் வேறு பூக்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டு அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுகின்றது.

ஆன்சீடியம் (oncidium). என்பதின் பூக்கள் செண்டிரிஸ் (*Centris*) தேனீக்களுக்கு எதிரி போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுப்பதனால் அவை இந்த ஆர்க்கிட் பூக்களைச் சென்று தாக்குகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியின்பொழுது பொலீனியா ஒட்டிக் கொண்டு மற்ற பூக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது.

கோரியாந்தஸ் ஆல்போ-புர்ப்பூரியா (*Coryanthes albo-purpurea*). என்னும் தென் அமெரிக்கச் சிற்றினத்தில் வியக்கத்தக்க முறையில் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படுகின்றது. இது தொற்று அல்லது ஒட்டுவாழ் செடியாகும். இதனுடைய பூக்கள் மிகப்பெரியன வாய்த் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். புல்லி இதழ்கள் அல்லி இதழ்களைவிடப் பெரியவை, பின்புறம் மடிந்தவை. அரைக்கோளவடிவ (dome shaped) ஹைப்போக்கைல் (hypochile), நீண்ட வரமபுகளுடன் கூடிய மீசோக்கைல் (mesochile), வாளி போன்ற எப்பிக்கைல் (epichile) என இதன் இதழை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரித்தறியலாம். பூக்கும் முன்பு எப்பிக்கைல் நீரினால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். நீர் வடிவதற்கான குழாய் போன்ற ஓர் அமைப்பு, புல்லி இதழ்களை நோக்கிச் சாணப்படும். மலர்ந்த பிறகும் சிறிதுகாலம் வரை பூவின் கலத்திலுள்ள இரு அமைப்புகள் நீரைச் சுரந்துகொண்டிருக்கும். ஹைப்போக்கைல் சதைப் பற்றுள்ளவை. ஹைப்போக்கைலிலிருந்து வெளிப்படுகின்ற நறுமணத்தினால் ஆண் தேனீக்கள் கூட்டம் கூட்டமாக ஈர்க்கப்பட்டு ஹைப்போக்கைல் திசுவை உண்பதற்குப் போட்டியிடுகின்றன. இவ்வாறு செய்யும்பொழுது, அவை நீர் நிரம்பியுள்ள வாளி போன்ற பாகத்தில் வழுக்கி விழ நேரிடுகின்றது. வாளி போன்ற பாகத்தின் பக்கங்கள் வழவழப்பாக இருப்பதனால் அவை வெளியேறவும், பறந்து செல்லவும் முடிவதில்லை. இந்நிலையில் இவை கலத்தின் நுனி, எப்பிக்கைலின் நுனி ஆகியவற்றின் மூலம் மட்டும் தான் வெளியேற முடியும். இவ்வாறு வெளியேறும்பொழுது மகரந்தம் அவற்றின் அடிவயிற்றில் ஒட்டிக்கொள்கின்றது. பல தேனீக்கள் ஒன்று சேர்ந்து பலமுறைகள் முயற்சி செய்வதும், முயற்சியில் தோல்வியுறுவதும் ஈக்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக ஊர்வலம் செல்வதுபோன்று தோன்றுவதும், மீண்டும் மீண்டும் வழுக்கி நீரில் விழுவதும், கடைசியில் ஒவ்வொன்றாக வெளியேறுவதும் பார்ப்பதற்கு இனிய காட்சியாக அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

ஒஃபிரிஸ் (*Ophrys*). பூவிலிருந்து வெளிப்படுகின்ற மணம், அதன்வடிவம், வண்ணம், இதழிலுள்ள கேசங்கள் ஆகியவை பெண் தேனீக்கள் அல்லது குளவிகளினுடையவை போன்றிருக்கின்றன. இதனால் ஆண் தேனீக்களும், ஆண் குளவிகளும் இந்த ஆர்க்கிட்

பூக்களை அவையவற்றின் பெண் தேனீக்கள், குளவி கள் என்ற மயக்கத்தில் பூக்களை வந்தடைந்து இனச் சேர்க்கை நடத்துகின்றன. இந்த வகையிலேற்படும் சேர்க்கை போலிச் சேர்க்கை (pseudocopulation) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்தச் செயலின்பொழுது ஒட்டிக்கொண்ட மகரந்தங்கள் வேறு பூக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

தன் மகரந்தச் சேர்க்கை. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை பெரும்பாலான சிற்றினங்களிலேற்பட்ட போதிலும், இருநூற்றுக்கும் மேற்பட்ட சிற்றினங்களில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையே ஏற்படுகின்றது. இந்தச் சிற்றினங்களில் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை தற்செயலாகவும், பூக்கள் மலராத சிற்றினங்களிலும், அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுத்துகின்ற உயிரினங்களில்லாத பகுதிகளில் வளருகின்ற சிற்றினங்களிலும் நிகழ்கின்றது. மேலும் அயல்மகரந்தத்தின் ஏற்புடைத்தகவின்மையாலும் (incompatibility) தன் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படக்கூடும். இவ்வகைச் சூழ்நிலைகளில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கை கீழ்க்காணுமாறு ஏற்படுகின்றது. மகரந்தம் ராஸ்ட்டெல்லம்மினால் பாதுகாக்கப்பட்டுத் தனித்திருந்து, பிறகு அது சூலகத்தில் இருக்கின்ற நீர்மத்தில் படிந்து வளர்ச்சியடைந்து, தன் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படுகின்றது. இன்னும் சிலவற்றில் மகரந்தம் சூலகமுடியை நோக்கி வளைந்து தன்மகரந்தச்சேர்க்கை நேரிடுகின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. முக்கியமாக ஆர்க்கிட்கள் தோட்டக்கலைச் (ஏறக்குறைய 50 பேரினங்கள்) செடிகளாக வளர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றில் முக்கியமான பேரினங்களாவன, *Acampe; Arachnanthe; Cattleya; Coelogyne; Cymbidium; Dendrobium; Epidendrum; Laelia; Odontoglossum; Oncidium; Paphiopedilum; Rhynchostylis; Vanda; Vanilla* என்பனவாகும். கடந்த ஒரு நூற்றாண்டில் ஏறக்குறைய 60,000 ஆர்க்கிட் கலப்பினங்கள் (hybrids) வெவ்வேறு சிற்றினங்கள் பேரினங்கள் கலப்பின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளன. எ. கா. *Phalocalanthe (Phaius X Calan the); Photocymbidium Phaius X Eymbidium* ஆகியவற்றைக் கூறலாம். வானில்லின் (vanillin) என்ற மணமூட்டி, நன்கு வளர்ச்சியடைந்த ஆனால் முதிர்ச்சியடையாத **வானில்லா பிளானிஃபோலியாவின்** (*Vanilla planifolia*) காய்கள் பதப்படுத்தி எடுக்கப்படுகின்றன. இந்த மணமூட்டி சாக்லேட்டுகள் (chocolates), கேக்குகள் (cakes), ஐஸ்கிரீம் (ice cream), மது பானங்கள் (beverages) முதலானவற்றை மணமூட்டுவதற்குப் பயன்படுகின்றது. காலையில் இதன் காய்களைக் காயவைத்துப் பிற்பகலில் அவற்றைக் கம்பளியினால் மூடிவைக்கின்றார்கள். இரவில் காற்றுப் புகாத பெட்டிகளில் வைக்கின்றார்கள். இந்த முறையில் பதப்படுத்தி மணமும், சுவையும் கொண்ட வானில்லின் எடுக்கப்படுகின்றது. மேற்கு இந்திய (West Indies) அல்லது பொம்பானா வானில்லா (Pompana vanilla), **வானில்லா பொம்பானா** (*Vanilla pompana*) விலிருந்து கிடைக்கின்றது. இது போன்றே **வா. டாஹிட்டன்ஸிஸ்** (*V. tahitensis*) காயிலிருந்தும் வானில்லின் எடுக்கப்படுகின்றது. **சிம்பிடியம் அலாய்ஃபோலியம்** (*Cymbidium aloifolium*) பேதி மருந்தாகவும் (purgative), வாந்தி யூட்டியாகவும் (emetic) பயன்படுகின்றது. **ஆர்க்கிஸ் லாத்திஃபோலியா** வின் (*Orchis latifolia*) கிழங்குகள் மருந்திற்கும், உண்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து நரம்புகளை வலிவு படுத்துவதற்கும், காம மூட்டுவதற்கும் (aphrodisiac) பயன்படும் மருந்து செய்யப்படுகின்றது. இவற்றை நீருடன் கலக்கும்போது கிடைக்கின்ற மூஸிலேஜ் (mucilage) வயிற்றுப்போக்கு (diarrhoea), சீதபேதி (dysentory), காய்ச்சல் ஆகியவற்றைப் போக்குவதற்குப் பயன்படுகின்றது. **வாண்டா டெஸ்ஸலாத்தாவின** (*Vanda tessellata*) வேர்கள் செரிப்பின்மை (dyspepsia) மூச்சுக்குழல் அழற்சி (bronchitis), கீல்வாதம்அல்லது மூட்டுவாதம் (rheumatism), காய்ச்சல் ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் இலைகளை அரைத்துப் பெறும் பசையை உடம்பில் தடவினால் காய்ச்சல் குணமாகின்றது. காதிலேற்படும் எரிச்சல், வேறுபலவகையான கோளாறுகள் ஆகியவற்றைப் போக்குவதற்கு இதன் இலைச்சாறு பயன்படுகின்றது. மலேயாவில் பெண்கள் பிரசவத்திற்குப் பிறகு **நெர்வில்லியா ஆரகோவானாவின்** (Nervillea aragoana) வேகவைத்த இலைகளின் சாற்றைக் குடித்து நோய் ஏற்படாத வண்ணம் தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றார்கள். மலாக்காவில் **ஒபிரோனியா ஆன்சப்ஸ்** (*Oberonia anceps*) செடியைப் பயன்படுத்திக் கொப்புளங்களைக் குணப்படுத்துகின்றார்கள். **ஸ்பைராந்தஸ் டய்யூரிட்டிக்கா** (*Spiranthes diuretica*) சிறுநீர்ப்பெருக்கியாகச் (diuretic) சிலி நாட்டில் பயன்படுகின்றது. ஆசியாவின் வெப்பமண்டலப் பகுதிகள் சிலவற்றில் **காஸ்ட்ரோடியாவின்** (*Gastrodia*) கிழங்குகள் உருளைக் கிழங்கு போன்று சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன. பல ஆர்க்கிடுகள் பசைக்குப் (glue) பதிலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எ, கோ

நூலோதி

1. Fischer, C.E.C., Gamble's Fl. Pres. Madras, Adlard & Son, Ltd., London. 1928.
2. Hill, A.F., Economic Botany, Tata McGraw-Hill Co., Ltd., New Delhi, 1952.
3. Lawrence, G.H.M., Taxonomy of Vascular Plants, The Macmillan Co., New York, 1951.
4. The Wealth of India, CSIR Publication. New Delhi, 1984.

ஆர்க்கிமிடீஸ்

கணித வல்லுநரும், இயற்பியல் அறிஞருமான ஆர்க்கிமிடீஸ் கிரேக்க நாட்டைச் சேர்ந்த சிசிலியில் சைராக்யூஸ் நகரத்தில் பைதியாஸ் என்ற பெயர் பெற்ற வான நூல் வல்லுநருக்கு மகனாகப் பிறந்தார். இவர் வாழ்ந்த காலம் கி.மு. 287-லிருந்து கி.மு. 212 வரையில். இவர் கல்வி கற்றது அன்றைய அறிவுக் களஞ்சியமாக விளங்கிய எகிப்து நாட்டினைச் சேர்ந்த அலெக்சாண்டிரியா நகரமானாலும் தம் வாழ்க்கையில் பெரும் பகுதியைச் சைராக்யூஸில் தான் கழித்தார். அத்தேசத்து அரசர் இரண்டாம் ஹீரோ இவருக்கு உறவினர்.



ஆர்க்கிமிடீஸ்

ஆர்க்கிமிடீஸ், கணிதத்தில் பல உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்தார். ஓர் உருளைக்குள் (cylinder) ஒரு கோளத்தைப் (sphere) பொருந்தும்படி அமைத்தால் கோளத்தின் கொள்ளளவு உருளையினுடைய கொள்ளளவில் மூன்றில் இரண்டு பங்காக இருக்குமென்று கண்டறிந்தார். அதன் நினைவாகவே அவர் கல்லறையின் மேல் இவ்வுண்மையைக் காட்டும் வடிவமே அமைந்துள்ளது. வட்டத்தின் சுற்றளவுக்கும் அதன் விட்டத்துக்கும் உள்ள π என்ற விகிதத்தின் மதிப்பு

$3\frac{10}{70}$ க்கும் $3\frac{10}{71}$ க்கும் இடையில் இருக்கவேண்டும்.

$3\frac{10}{70} > \pi > 3\frac{10}{71}$ என்று கண்டறிந்தார் மிகப் பெரிய எண்களைக் கூட எளிமையான முறையில் எழுதுவதற்கு வழியொன்று கண்டுபிடித்தார்.

இயற்பியலில் (physics) ஆர்க்கிமிடீசின் கண்டுபிடிப்புக்கள் மிகப்பல. நெம்புகோலின் (Lever) தத்துவத்தைக் கண்டறிந்த அவர் பூமிக்கு வெளியே நிற்பதற்கு ஓரிடத்தையும், ஒரு நெம்புகோலையும் எனக்குத் தந்தால் நான் பூமியையே நகர்த்துவேன் என்று கூறியதாகச் சொல்லப்படுகிறது. இக்கூற்றின் உண்மையை அறிய விரும்பினார் அரசர். ஆர்க்கிமிடீஸால் தயாரிக்கப்பட்ட நெம்புகோலின் ஒரு முனையில் ஒரு சிறிய விசையைச் செலுத்திப் பளு ஏற்றப்பட்ட கப்பல் ஒன்றைத் தனி மனிதராக அரசர் ஹீரோ கடலில் நகர்த்தினார். மன்னருக்காகக் கட்டப்பட்ட ஒரு கப்பலில் தேங்கிய தண்ணீரை வெளியேற்றத் திருகு குழாய்க் கருவி ஒன்றையும் இவர் கண்டு பிடித்தார். இக்கருவி இப்போதும் எகிப்தில் வேளாண்மைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம். குடத்தில் நீரை முகந்து கிணற்றிலிருந்து தூக்குகையில், நீருக்குள் இருக்கும் போது குடம் இலேசாகவும், நீரைவிட்டு வெளியில் எடுத்த பின்பு அது கனமாகவும் இருக்கிறது. இரும்புக் குண்டை நீருக்குள் போட்டால் அமிழ்ந்து விடுகிறது. ஆனால் இரும்பினால் கட்டப்பட்ட கப்பல் நீரில் மிதக்கிறது. நீர்மத்தில் மூழ்கியுள்ள C என்ற பொருளின் மேற்பரப்பு A நீர்ம மட்டத்திலிருந்து குறைந்த ஆழத்திலும், அதன் அடிப்பரப்பு 'B' நீர்ம மட்டத்திலிருந்து அதிக ஆழத்திலும் இருப்பதால் மேற்பரப்பின் மேலுள்ள கீழ்நோக்கிய அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் கீழ்ப் பரப்பின் மேலுள்ள மேல் நோக்கிய அழுத்தம் அதிகமாகும். இதன் விளைவாக அப்பொருளின் மேல் செயல்படும் மேல் நோக்கிய ஒரு விசை அப்பொருளினால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட எடைக்குச் சமமாகும். இதுவே ஆர்க்கிமிடீசின் நீர்மத் தத்துவமாகும்.

ஒரு திண்பொருள் ஒரு நீர்மத்தில் மூழ்கி இருக்கும்போது அது இழந்ததாகத் தோன்றும் எடை அதனால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட நீர்மத்தின் எடைக்குச் சமம். முழுதும் மூழ்காமல் மிதக்கும் பொருள்களையும் உள்ளடக்கிக் கூறவேண்டுமானால் இத்தத்துவம், ஒரு திண்பொருள் ஒரு நீர்மத்தில் முழுதுமோ ஒரு பகுதியோ மூழ்கி இருக்கும்போது அதன் மீது ஒரு தொகு தள்ளுவிசை (resultant thrust) மேல்நோக்கிச் செயல்படும். இந்த தள்ளுவிசை மூழ்கியுள்ள பொருளினால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட நீர்மத்தின் எடைக்குச் சமம் என வரையறுக்கப்படும்.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் கண்டு பிடித்த நிகழ்ச்சி சுவையானது. பொற்கொல்லர் ஒருவரிடம் பொன்னைக் கொடுத்து அரசர் ஒரு பொன்முடி தயாரிக்கச் சொன்னார். தயாரித்த பொன்முடி கொடுத்த பொன்னின் எடைக்குச் சமமாக இருந்தாலும் வேறு உலோகங்கள் கலந்து தங்கத்தின் தரத்தைக் குறைத்திருப்பார் என்று மன்னருக்கு ஐயம் ஏற்பட்டது. இதை ஆராய்ந்து தன் ஐயத்திற்கு விடை காணுமாறு ஆர்க்கிமிடீஸை அரசர் பணித்தார். இதைப் பற்றி நீண்டகாலம் எண்ணியும் விடைகாண முடியாதென்று நம்பிக்கை இழக்கும் தறுவாயில், அவர்

விளிம்பு வரை நீர்நிரம்பிய தொட்டியில் குளிப்பதற்காக இறங்கும்போது நீர் வெளியில் வழிந்து சிந்துவதைப் பார்த்தார். வெளியேற்றப்பட்ட நீர் அமிழ்த்தப்பட்ட பொருளின் பருமனே உள்ளது என்பதைக் கண்டுணர்ந்தார். அந்த மகிழ்ச்சியில் குளியலறையிலிருந்து ஆடையும் அணியாமல் 'யுரேகா, யுரேகா' (eureka, eureka) என்று கத்திக் கொண்டே தெருவில் ஓடினார் என்ற செய்தியொன்று வழங்குகிறது. கிரேக்க மொழியில் யுரேகா என்றால் 'நான் கண்டு கொண்டேன்' என்று பொருள். ஆர்க்கிமிடீஸ் மகுடத்தின் அளவு எடையுள்ள தங்கததைத் தனியே நீரில் அமிழ்த்தி, அது வெளியேற்றிய நீரின் அளவைக் கண்டார். ஆனால் அதைவிட அதிக நீரை மகுடம வெளியேற்றியதால் அதில் வெள்ளியைக் கலந்து பொன்னைத் திருடியிருக்கிறார் பொற்கொல்லர் என்று ஆர்க்கிமிடீஸ் தெரிவித்தார்.

கி.மு.214 இல் உரோமானியப் படைகள் மாரசிலஸ் தலைமையில் பல்வேறுதிசையில் சைராக்யூசை முற்றுகையிட்டன. ஆர்க்கிமிடீஸ் பல்வேறு போர்க் கருவிகளையும், உருவாக்கித் தந்து மன்னருக்கு உதவினார். இதனால் இரண்டு ஆண்டுக்காலம் எதிரிகளைச் சமாளிக்க முடிந்தது. குழி ஆடிகளைக் கொண்டு சூரிய வெப்பத்தை ஒருமுகப்படுத்தி அருகில் வரும் உரோமானியக் கப்பல்களைத் தீக்கிரையாக்கினார் ஆர்க்கிமிடீஸ். ஆனால் கி.மு.212 இல் உரோமானியப் படைகள் வெற்றி கொண்டு சைராக்யூசைச் சூறையாடினார்கள். அறிஞர் ஆர்க்கிமிடீஸை ஒன்றும் செய்யக் கூடாதென்று எதிரித்தலைவன் அறிவித்திருந்தான். ஆனாலும் விவரமறியாத உரோமானிய வீரனொருவன் கணிதம் தொடர்பாகத்தான் வரைந்து கொண்டிருந்த மணற் சித்திரங்களைக் கலைக்கக் கூடாதென்று ஆர்க்கிமிடீஸ் சொன்னதைக் கேட்டு ஆத்திரமடைந்து அவரை வெட்டி வீழ்த்தி விட்டான். விவரமறிந்து மார்சிலாஸ் வருத்தமுற்று ஆர்க்கிமிடீஸிற்குத் தகுந்த மரியாதைகளுடன் இறுதிச் சடங்குகள் செய்வித்து, அவர் விரும்பிய 'உருளைக்குள் கோளம்' என்னும் சின்னத்தையும் சமாதியின் மேல் கட்டுவித்தான்.

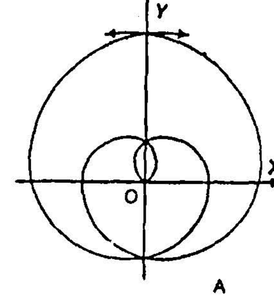
எஸ். ருக்குமணி

நூலோதி

1. White, H.E., Descriptive College Physics, Third Edition, University of California, Berkeley, 1971.
2. The Book of Popular Science, Volume 1 and 2, The Grolia Society Inc., New york-Toronto, 1956.

ஆர்க்கிமிடீஸ் சுருளி

ஆர்க்கிமிடீஸ் சுருளியானது $r^m = a^m.\theta$ என்ற சுருளிகளின் குடும்பத்தில் ஒரு சிறப்பு வளைவு (curve) ஆகும். இதன் சமன்பாடு $r=a\theta$ ஆகும். இதனைக் கி.மு. 225 ஆம் ஆண்டு கிரேக்க அறிஞர் ஆர்க்கிமிடீஸ் என்பவர் கண்டறிந்தார். துருவத்தை மையமாக வைதது மாறாக்கோணத் திசைவேகத்தில இயங்கும் ஆரத்திசையன் (radius vector) வழியாகச் சீரான திசைவேகத்தில் (uniform velocity) இயங்கும் ஒரு புள்ளியின் இயங்குவழி (locus) ஆர்க்கிமிடீஸ் சுருளி (archimedes spiral) ஆகும்.



படம் ஆர்க்கிமிடீஸ் சுருளி

ஆரத்திசையன் r-க்கும் X-அச்சுக்கும் இடையே உள்ள கோணம் θ சுழி ஆகும்போது வளைவு துருவத்தின் வழியே செல்லும். கோணம் அதிகமாக அதிகமாக r இன் மதிப்பு அதிகமாகும். கோணம் கந்தழியை (infinity) நெருங்கும்போது r இன் மதிப்பு கந்தழியை நெருங்கும். காண்க, அதிவளைச் சுருளி.

பெ.ல.

ஆர்க்கியாப்ட் டெரிக்ஸ்

காண்க. ஆர்க்கியார்னித்திஸ்

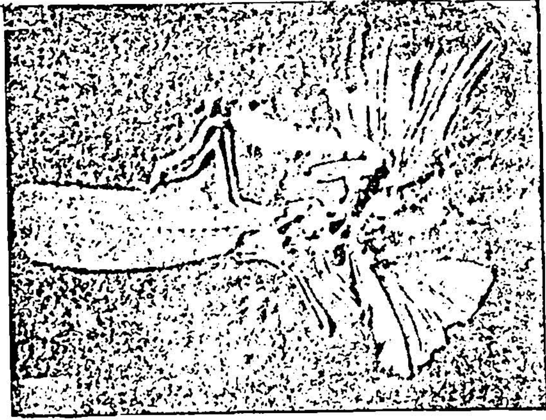
ஆர்க்கியார்னித்திஸ்

பறவைகள் வகுப்பில் ஆர்க்கியார்னித்திஸ் (archaeornithes) என்பது ஓர் உள்வகுப்பு. இன்றைக்கு ஏறக்குறைய 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட ஜுராசிக் காலத்தில் (Jurassic period) வாழ்ந்து மறைந்த பண்டைக்காலப் பறவையின் பதிவு (fossil) இந்த உள்வகுப்பின் ஆர்க்கியாப்ட்டெரிஜிபார்மிஸ் (archaeopterygiformes) என்ற வரிசையில் சேர்க்கப் பட்டுள்ளது. இப்பதிவு, தொல்சிறகி என்னும் பொருள்பட ஆர்க்கியாப்ட்டெரிக்ஸ் (Arehaeopteryx) என்று பெயரிடப்பட்டது.

ஆர்க்கியாப்ட்டெரிக்ஸ் லித்தோகிராஃபிகா *(Archaeopteryx lithographical)* என்பது இப்பிரிவைச் சேர்ந்த முக்கிய பறவை. இதன் ஒரே ஓர் இறகின்

(feather) பதிவு மட்டும் 1861ஆம் ஆண்டு ஜெர்மனியில் பவேரியாவின் சுண்ணப் பாறையில் ஆன்டிரியாஸ் வேக்னர் (Adreas wagner) என்பவரால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. பின்னர் அதே வருடம் இத்தகைய எலும்புகள் மற்றும் இறகுகளின் பதிவுகள் கண்டெடுக்கப்பட்டன. மூன்றாவதாக 1887இல் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பறவைப் பதிவுக்கு ஆர்க்கியார்னிஸ் (*Archaeornis*) எனப் பெயரிட்டாலும் தற்போது அதுவும் ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் லித்தோகிராஃபிகா சிறப்பினத்தைச் சேர்ந்ததே எனத் தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் மூன்று பதிவுகள் முறையே 1956, 1970, 1972ஆம் ஆண்டுகளில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன.

ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் புறா அளவுடையதாக இருந்தது. தற்காலப் பறவைகளுடைய இயல்புகளைக் காட்டிலும் ஊர்வனவற்றின் (reptiles) இயல்புகளே



படம் 1. ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ்

இப்பறவையில் மிகுதியாகக் காணப்பட்டன. இந்த வெப்ப இரத்தப் பறவை, உடல் முழுதும் இறகுகளால் மூடப்பட்டிருந்தது.

வாலிலும் முன்னங்கால்களாகிய சிறகுகளிலும் (wings) நீண்ட இறகுகள் காணப்பட்டன. ஒவ்வொரு சிறகிலும் கூர்நகங்களுடன் கூடிய மூன்று விரல்கள் இருந்தன. இவை மரக்கிளைகளைப் பற்றிக்கொள்ள உதவியாக இருந்தன. கால்களில் நான்கு விரல்கள் இருந்தன. இவற்றில் மூன்று விரல்கள் முன்னோக்கியும் ஒன்று பின்னோக்கியும் அமைந்திருந்தன. இவையன்றி. தற்காலப் பறக்கும் பறவைகளில் காணப் படும் பறப்பதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் ஏதும் அதில் காணப்படவில்லை. சிறகுகளை இயக்கும் தசைகளும் நன்கு வளர்ச்சியடைந்திருக்கவில்லை. இதனால் அப்பறவை பறக்குந்திறன் அற்றதாகவோ, மிகக்குறைந்த பறக்குந்திறன் பெற்றதாகவோ இருந்திருக்க வேண்டும். இதன் எலும்பமைப்பு, பறவைகளின் எலும்பமைப்பினின்றும் முற்றிலும் மாறுபட்டதாக அமைந்திருந்ததால் இது மரவாழ் பறவையாக அல்லாமல் நிலத்தில் ஓடக்கூடியதாக வாழ்ந்திருக்கலாம் என்றும் ஒரு கருத்து நிலவுகிறது.

ஊர்வனவற்றின் முக்கிய பண்புகளான பல முள்ளெலும்புகள் (vertebrae) கொண்ட நீண்ட வாலும், பற்களுடன் கூடிய தாடையும் காணப் பட்டன. வால் இறகுகள் (tail feathers) விசிறி போல் அல்லாமல் வாலின் இருபக்கங்களிலும் அமைந்திருந்தன. மண்டை ஓடு (skull) பறவைகளின் மண்டை ஓட்டைப்போல் இருந்தது.

ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் லித்தோகிரா:பிகா என்னும் இப்பறவைப் படிவு ஊர்வன, பறவைகள் ஆகிய இருபெரும் விலங்குப் பிரிவுகளின் பண்புகளும் ஒருங்கே அமையப்பெற்று ஊர்வனவற்றிலிருந்தே பறவைகள் தோன்றின என்னும் கருத்துக்கு நற்சான்றாக விளங்குகிறது.



படம் 2. புரோட்டோஏவிஸ்

1984 ஆம் ஆண்டு டெக்சாஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் பணிபுரியும் சங்கர் சட்டர்ஜி என்பவர் மேற்கு டெக்சாஸ் பகுதியில் இரண்டு தொல்லுயிர்ப் படிவங்களைக் கண்டறிந்தார். காகத்தின் அளவிருந்த இந்தப் புதைபடிவம், முதல் பறவை என்னும் பொருள்பட புரோட்டோஏவிஸ் (protoavis) எனப் பெயரிடப்பட்டது. இது ஆர்க்கியாப்டெரிக்சுக்கு 75 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றியது என்று கணிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆர்க்கியாப்டெரிக்சில் காணப்படும் பறவைப் பண்புகளனைத்தும் இதில் காணப்படும். மேலும் விரிந்த கண்குழிவுகள், பெரிய மூளைப்பெட்டகம், பறத்தல் தசைகள் இணைவதற்கேற்ற மார்பெலும்பு ஆகியவற்றையும் கொண்டது இக்கண்டுபிடிப்பு தொல்லுயிரியலில் ஒரு முக்கிய திருப்பத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளது. புரோட்டோஏவிஸ் பதிவுகள் மேற்

கொண்டு கிடைத்தால் புதிய உண்மைகள் தெரிய வரலாம்.

கௌ. ஜெ.

நூலோதி

1. Colbert, E.H., Evolution of the Vertebrates, wiley eastern Limited, New Delhi, 1976.
2. Dhami, P.S., and Dhami, J.K., Chordate Zoology. R.Chand & Co., Delhi, 1982.
3. Ekambaranatha Ayyar, M., A Manual of Zoology, Part II, S. Viswanathan, Pvt. Ltd., Madras, 1986.

ஆர்க்கோசாரியா

ஆர்க்கோசாரியா (archosauria) என்னும் பிரிவு ஊர்வன (reptilia) வகுப்பைச் சேர்ந்த ஒரு உள்வகுப்பு (subclass) ஆகும். ஆர்க்கோ சார்கள் 'ஆளும் ஊர்வன' (ruling reptiles) என வழங்கப்படுகின்றன. இவை பெர்மியக் (permian) காலந்தொட்டு இன்றுவரை வாழ்ந்து வருகின்றன. இவற்றின் மண்டையோட்டின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு பொட்டுத் துளைகள் (temporal openings) உள்ளன. இருகால் நடைப்பழக்கத்தின் (bipedalism) தொடக்க நிலை இவற்றில் காணப்படுகிறது. விலா எலும்புகள் (ribs) இரு முனைகளுடையவை. இடுப்பு வளையத்தின் (pelvic girdle) எலும்புகளான இஷியம் (Ischium) என்னும் இடுப்புப் பக்க எலும்பும் பியூபிஸ் (pubis) என்னும் இடுப்பு முன் எலும்பும் நீளமாக உள்ளன. பற்கள் பற்குழிகளில் பொதிந்துள்ளன. பெரும்பாலான ஆர்க்கோசார்களுக்குப் புறக்கவசம் (armour) உண்டு. முதலைகளும் (crocodiles) டைனோசார்களும் (dinosaurs) 'டீரோடாக்டைல்கள்' (pterodactyls) எனப்படும் 'பறக்கும் ஊர்வனவும்' (flying reptiles) இப்பிரிவில் அடங்கும். இடை உயிர் ஊழியில் (mesozoic era) காணப்பட்ட நிலவாழ் விலங்குகளில் ஆர்க்கோசாரியா பிரிவைச் சேர்ந்த ஊர்வன முதன்மை பெற்று விளங்கின.

ஆர்க்கோசாரியா உள்வகுப்பு 5 வரிசைகளாகப் (orders) பகுக்கப்பட்டுள்ளது. அவை, தீக்கோடான்ஷியா (thecodontia), குரோக்கடீலியா (crocodilia) சாரீஷியா (saurischia), ஆர்னித்தீஷியா (ornithischia), டீரோசாரியா (pterosauria) என்பனவாகும்.

தீக்கோடான்ஷியா. இது ஆர்க்கோசாரியாவின் முக்கிய பிரிவு. ஆர்க்கோசாரியாவிலேயே பழம் பிரிவான இதிலிருந்துதான் தற்போது வாழும் ஊர்வனவும் பறவைகளும் பரிணமித்தன. இவற்றில் பற்கள் பற்குழிகளில் உறுதியாகப் பொதிந்திருந்தன. இதற்குப் புதைபல் அமைப்பு (thecodont dentition) என்று பெயர். தொடக்க காலத்துத் தீக்கோடான்ட்டுகள் சிறிய உருவமுடையனவாகவும் இருகால் நடைப்பழக்கமுடையனவாகவும் குட்டையான முன் கால்களுடையனவாகவும் இருந்தன. இவை முன் பர்மியன் காலம் முதல் மூன் டிரையாசிக் (triassic) காலம் வரை வாழ்ந்தன. இவற்றுள் சில, முதலைகள் போன்ற தோற்றத்துடன் விளங்கின; நிலத்திலும் நீரிலும் வாழ்ந்தன! ஆனால் மூச்சுத்துளைகள் (nostrils) முகத்தின் நுனியில் இல்லாமல் சற்று உள்ளடங்கிய உயரத்தில் காணப்பட்டன. பெரும்பாலான விலங்குகளின் முதுகில் எலும்புத் தகடுகள் (bony plates) இரு வரிசைகளில் அமைந்திருந்தன. தீக்கோடான்ஷியா பிரிவு டிரையாசிக் கால முடிவில் மறைந்துவிட்டது; ஆயினும் அதற்கு முன்பே மற்ற 4 வரிசைகளையும் இது தோற்றுவித்துவிட்டது.

குரோக்கடீலியா. நடு டிரையாசிக் காலந்தொட்டே இப்பிரிவைச் சேர்ந்த விலங்குகள் வாழ்ந்து வருகின்றன. தொடக்க காலத்தில் வாழ்ந்தவை உருவில் சிறியனவாகவும், உறுதியான கவசமுடையனவாகவும் காணப்பட்டன. முற்காலத்தில் வாழ்ந்தவை உருவ அமைப்பில் ஓணான்கள் போலிருந்தன; நீரிலும், அல்லது நீர், நிலம் ஆகிய இரு பகுதிகளிலும் வாழ்ந்தன. தட்டையான மண்டை ஓட்டுடனும், முக வாய்ப் பகுதியின் நுனியில் மூக்குத் துளைகளுடனும் நன்கு வளர்ந்த அண்ண எலும்புடனும் (palate) உள்ளன. பியூபிஸ் எலும்பு, இடுப்புக்குழியை (acetabulum) உருவாக்குவதில் பங்கேற்கவில்லை. ஐந்தாவது கால் விரல் குறைவுற்று மிகவும் சிறியதாக உள்ளது. இப்பிரிவில் 21 சிறப்பினங்களைச் சார்ந்தவை இன்று வாழ்கின்றன.

டைனோசார்கள் (dinosaurs). சாரீஷியா, ஆர்னித்தீசியா ஆகிய இரு வரிசைகளைச் சேர்ந்த ஊர்வன டைனோசார்கள் என வழங்கப்படுகின்றன. இவை தற்போது வாழ்ந்து வரும், வாழ்ந்து மறைந்த முதுகெலும்புள்ள உயிரிகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை. ஏனெனில் இவை பின் டிரையாசிக்காலந்தொட்டுக் கிரெட்டேஷியஸ் காலம் (cretaceous period) வரை ஏறக்குறைய 15,00,00,000 ஆண்டுகள் உலகெங்கும் பரவி வாழ்ந்தன. இந்நீண்ட காலக்கட்டத்தில் டைனோசார்கள் உருவ அளவிலும் வடிவத்திலும் பலவகையாக விரிவடைந்தன. இவற்றின் உருவ அளவு ஒரு சேவலின் (cock) அளவிலிருந்து 30 மீ. நீளமும் 36 முதல் 50 மெட்ரிக் டன் எடையும் கொண்ட மிகப்பெரிய அளவு வரை பலதிறப் பட்டன.

டைனோசார்களில் சாரீஷியா வரிசையைச் சேர்ந்த ஊர்வனவற்றின் இடுப்புப்பகுதியில் 3 கிளைகளும், ஆர்னித்தீசியா வரிசையைச் சேர்ந்தவற்றில் 4 கிளைகளும் இருந்தன. இப்பண்பு இவ்வரிசைகளுக்கிடையிலான முக்கிய வேறுபாடாகும்.

சாரீஷியா. இவை நடு டிரையாசிக் காலம் முதல் கிரெட்டேஷியஸ் காலகட்டத்தின் முற்பகுதி வரையில் காணப்பட்டன. இவற்றின் விரல்கள் சிறியவை; பொதுவாக முன்னங்கால்கள் பின்னங்கால்களை விடக் குட்டையானவை; முதுகெலும்புத் தொடரில் 3 முதல் 7 திரிக முள்ளெலும்புகள் (sacral vertebrae) காணப்பட்டன. சில தாவரவுண்ணி சாரீஷியன்களின் உடல் 24 மீட்டருக்கும் மேல் நீளமாக இருந்தது.

ஆர்னித்தீசியா. இவை பறவை போன்ற தாவரவுண்ணி டைனோசார்கள் ஆகும். இப்பிரிவைச் சேர்ந்தவை முன் டிரையாசிக் காலம் முதல் முன் கிரெட்டேஷியஸ் காலம் வரை வாழ்ந்தன. இவற்றின் வாயின் முற்பகுதியில் அலகுபோன்ற அமைப்பு இருந்தது. வாயின் பிற்பகுதியில் அரைவைப் பற்கள் (grinding teeth) காணப்பட்டன. கால்விரல்களில் குளம்புபோன்ற அமைப்புக்கள் இருந்தன. இவற்றுள் பலவற்றிற்கு உறுதியான கவசமும் கொம்புகளும் இருந்தன. பெரிய விலங்குகள் ஏறக்குறைய 9 மீ. நீளம் இருந்தன.

டீரோசாரியா. இவை பறக்கும் ஊர்வன (flying reptiles) என அழைக்கப்படுகின்றன. ஜுராசிக் (jurassic) காலம் முதல் கிரெட்டேஷியஸ் காலம் வரை வாழ்ந்தன. டீரோசார்களும் பறவைகளும் தீக்கோடான்ட்டுகளிலிருந்தே படிமலர்ச்சியுற்றன. இவ்விரு பிரிவுகளுமே வானில் பறப்பதற்கு முயன்றன. ஆனால் டீரோசார்கள் இம்முயற்சியில் தோல்வியுற்றுக் கிரெட்டேஷியஸ் காலகட்டத்தின் முடிவில் அழிந்துபட்டன. இவற்றின் எலும்புகளில் காற்று இருந்ததால் அவை எடை குறைந்து இருந்தன. நீண்ட சிறகுகள் (wings) தோலால் ஆனவை. இறக்கைகள் முன்கையுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்ததோடு முன்கையால் தாங்கப் பட்டும் இருந்தன. ஆனால் இவற்றின் சிறகுகள் வௌவால்கள், பறவைகளின் சிறகுகள் போன்று உறுதியானவையல்ல. காலத்தால் முற்பட்ட டீரோசார்களில் நீண்ட வால் காணப்பட்டது. காலம் செல்லச்செல்ல வாலின் நீளம் குறைந்ததுடன் பற்களின் எண்ணிக்கையும் குறைந்தது.

கௌ. ஜெ.

ஆர்க்டிக், துணை ஆர்க்டிக் தீவுகள்

வடகோளத்தில் காணப்படும் ஆர்க்டிக் தீவுகள் புவி நடுக்கோட்டிலிருந்து வடக்கே அதிகத் தொலைவில் இருக்கின்றன. இங்கு வெற்றிடங்கள், உறைபனியால் நகர்ந்துள்ள பாறைத் துண்டுகள், அலையிடைச் சேற்றுப் பகுதிகள், பனித்திட்டுக்கள் மற்றும் பனிக்கட்டிகள் ஆகியவற்றைக் காணலாம். இடையறாமல் உறைந்துள்ள தரைப்பகுதிகள் ஆர்க்டிக் தீவுகள் முழுவதிலும் மற்றும் துணை ஆர்க்டிக் தீவுகளின் சில பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தீவுகளில் கரடு முரடான மலைகளும் சமவெளிகளும் காணப்படுகின்றன. இத்தீவுகளில் உறைந்துள்ள பனிக்கட்டிகள் நகர்ந்து கடற்கரைகளில் வெளிப்பட்டு, அலைகளால் துண்டிக்கப்பட்டுக் கடலில் மிதக்கின்றன. இவை கடல் மட்டத்தை விட 300 அடி உயரத்தில் இருக்கின்றன.

தட்பவெப்ப நிலை. அலூஷியன் தீவுகள் (Aleutina islands) மற்றும் ஐஸ்லாந்து (Iceland) ஆகியவற்றில் காணப்படும் குறைந்த காற்றழுத்த மையங்களைப் பொறுத்து இங்குள்ள தட்பவெப்ப நிலை அமைகின்றன. குளிர் காலத்தில் இந்தக் குறைந்த காற்றழுத்த மையங்கள் கன்சாட்கா (kanchatka) விலிருந்து தெற்கு அலாஸ்கா (Southern Alaska) வரையிலும் மற்றும் நியூபவுண்ட்லாந் (New foundland) திலிருந்து நோவாயா ஸெம்லியா (Novaya zemlya) வரையிலும் உள்ள நிலப்பகுதிகளைப் பாதிக்கின்றன. இடைப்பட்ட இடங்கள் நிலையான, உலர் காற்றுள்ள பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன. இந்த இடங்கள் கடும் புயற்காற்றினால் குறைந்த அளவே பாதிக்கப்படுகின்றன. இந்தத் தீவுகள் குறைந்த வெப்பமுள்ள பகுதிகளே தவிர மிகக் குறைந்த வெப்பம் கொண்டுள்ள பகுதிகள் அல்ல. பொதுவாக இத்தீவுகள் பெரியனவாகவும், கண்டத் திட்டுக்களுக்கு அருகிலும் இருந்தால் அங்கு கோடைக்காலங்களில் வெப்பம் அதிகமாகவும் குளிர் காலங்களில் குறைவாகவும் இருக்கும்.

மண்ணும் தாவர வகைகளும். ஆர்க்டிக், துணை ஆர்க்டிக் தீவுகளின் தட்பவெப்ப நிலை வேறுபாடுகளுக்கு ஏற்ப இவற்றின் இயற்கைத் தாவர அமைப்பும் வேறுபடுகின்றது. ஆர்க்டிக் தீவுகளில் பாசிகள், லைக்கன்கள், செட்ஜஸ் (sedges) புற்கள் மற்றும் படரும் புதர்ச்செடிகள் காணப்படுகின்றன. மரங்கள் இல்லை. இந்தத் தாவர அமைப்புகள் ஈரத்தன்மையையும் மண்ணின் நுண்ணணுச்சத்தின் நிலையையும் பொறுத்து வேறுபடுகின்றன. துணை ஆர்க்டிக் தீவுகளின் இயற்கைத் தாவர அமைப்பு, போரியல் (boreal) காடுகளாகவோ அன்றி டைகா (taiga) காடுகளாகவோ அமைந்துள்ளன. இந்தக் காடுகள் ஊசியிலை மரங்களான ஸ்புருஸ், பிர், பைன் மற்றும் லார்ச் போன்றவற்றையும் இலையுதிர்க்கும் மரங்களான பிர்ச், ஆஸ்பென் மற்றும் வில்லோ போன்ற மரங்களையும் கொண்டுள்ளன. சில துணை ஆர்க்டிக் தீவுகளில் மாறும் தன்மையுள்ள தாவர அமைப்பான தூந்திரக் காடுகள் காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள தீவுகளின் மண்வகை மேற்புறம் சாம்பல் நிறம் போன்ற வெண்மையையும், கீழ்ப்புறம் மட்கிய அடுக்கையும் அமிலத் தன்மையையும் கொண்டு காணப்படுகிறது. இவ்வகை

மண் பூல் ஸோல்ஸ்(pool zols) எனப்படும். ஆர்க்டிக் தீவுகளின் மண் கரும்பழுப்பு நிறமுள்ள மட்கிய மேற்புற அடுக்கைக் கொண்டுள்ளது.

அலூஷியின் தீவுகள் (Aleutian Islands). இத்தீவுகள்அலாஸ்கா தீபகற்பத்திலிருந்து அகட்டு (Attu)த்தீவு வரை தென் மேற்காக ஏறத்தாழ ஆயிரம் மைல்கள் வரையிலும் பரவியுள்ளன. பெரிங் கடலை வடக்காகவும் பசிபிக் பெருங்கடலைத் தெற்காகவும் பிரிக்கின்றன. அவற்றின் கரடு முரடான மலைப் பகுதியின் மேற்புறங்கள் அலாஸ்கா மற்றும் அலூஷியன் தொடரையும் அவற்றில் அநேக எல்லைகளையும் கொண்டுள்ளன. அவற்றில் ஏறத்தாழ 150க்கு மேலான தீவுகள் இருக்கின்றன. அவற்றில் 65 மைல் நீளத்தையும் 25 மைல் அகலத்தையும் கொண்டுள்ள யூனிமாக் (unimak) தான் பெரியது. கடும் புயற்காற்றின் விளைவாக அலூஷியன் தீவுகள் மிகவும் வேறுபட்ட தட்பவெப்பநிலையைக் கொண்டுள்ளன. இங்கு வீசும் திடீர்க்காற்றுக்கு வில்லிவா (williwaw) என்று பெயர். இங்கு வேகமான கடல் நீரோட்டம் அதிகமான மூடுபனியை உருவாக்குகின்றது. சராசரி வெப்பம் 0°C விருந்து 0.5°C வரையிலும் மற்றும் வருடாந்தர மழையளவு 56.7 இலிருந்து 70.2 அங்குலம் வரையிலும் இருக்கின்றன. நிலங்கள் பொதுவாக மரங்களற்றுக் காணப்பட்டாலும் புற்கள், வில்லோ மற்றும் ஆல்டர் மரங்களைக் கொண்டுள்ளன.

கனடாவின் ஆர்க்டிக் தீவுக்கூட்டங்கள். இத்தீவுகள் பெரும் நிலத்திலிருந்து அமெரிக்கக் கண்டத்திட்டுக்கு வடக்காகவும் கிரீன்லாந்துக்கு 141° மேற்காகவும் அமைந்துள்ளவை. இவை ஏறக்குறைய முக்கோண வடிவத்தில் இருக்கின்றன. தெற்கே உள்ள தீவுகள் மலைகளாகவும், மேற்கிலும், வடமேற்கிலும் உள்ளவை பீடபூமிகளாகவோ அல்லது சமவெளிகளாகவோ இருக்கின்றன. பாஃபின் தீவு (Baffin Island) கிழக்கத்திய டெவான் தீவு (Devon Island) மற்றும் தென்கிழக்கு எல்லிஸ்மியர் தீவுகள் (Ellesmere islands) ஆகிய தீவுகள் பிரிகேம்பிரிய வகைப் (precambrian) பாறைகளைக் கொண்டு சராசரியாக 5000 முதல் 7000 அடி உயரத்துடன் இருக்கின்றன. எல்லிஸ்மியர் தீவு மற்றும் ஆக்ஸல் ஹீபர் (Axel heiber) தீவுகள் வழியாக உள்ள வடக்கத்திய தொடர்ச்சியில், மலைமுகடுகள் 1000 அடி உயரத்திற்கும் மேலாக இருக்கின்றன. ராணி எலிசபெத் தீவுகளின் வடமேற்குப் பகுதிகள், அண்மைக் காலத்தில் வெளிப்பட்ட கடற்பகுதிச் சமவெளிகளாகும். ஆங்காங்கே உப்புக் குவியல்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தீவுக் கூட்டங்களில் நீண்ட குளிர் காலம் 3 முதல் 4 மாதங்களாகவும், சராசரி வெப்பநிலை - 37°Cவிருந்து - 40°C வரையிலும் உள்ளன. பிப்ரவரி தான் மிகக் குளிரான மாதம். அப்பொழுது வெப்பம் - 45.5°Cக்கும் கீழே செல்கின்றது. குளிர்ந்த கோடைக்காலங்களில் வெப்பம் சீராக உள்ளது. ஜூலையில் அதிக அளவு வெப்பம் உள்ளது. அநேக இடங்களில் வெப்பநிலை 15.5°Cஐத் தாண்டுகின்றது. மழை அளவு வருடத்திற்கு 10 அங்குலத்திற்குக் குறைவாக இருக்கின்றது. பனிப்பொழிவு (snow fall) சராசரியாக 12.5 விருந்து 100 அங்குலம் வரை இருக்கின்றது. இங்கு இயற்கைத் தாவர அமைப்பு தூந்திர வகையாகும்.

நியூபவுண்ட்லாந்து (Newfoundland). இந்தத் தீவு மேற்கு-கிழக்காகச் சரிந்து காணப்படும் ஒரு பீடபூமியாகும். இங்கு தட்பவெப்ப நிலையும் இயற்கைத் தாவர அமைப்பும் துணை ஆர்க்டிக் மற்றும் கண்டத்திட்டுப் பகுதிகளின் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. குளிர்காலங்களில் உட்பகுதிகள் மிகவும் குளிராக இருந்தாலும், கடற்கரைப்பகுதிகளில் குறிப்பாகத் தென்கிழக்குப் பகுதிகள் கோடையிலும் குளிர்ச்சியாகவே உள்ளன. ஜூலையில் வெப்பம் 12.6°C முதல் 18.8°C வரை உள்ளது. வருட முழுவதும் மழை அதிக அளவில் பெய்கின்றது. மிகக் கனமான மழை (55 அங்குலத்திற்கும் மிகுதியான) தெற்குப் பகுதியில் பெய்கின்றது. பனிப்பொழிவு 100 அங்குலத்திற்கும் அதிகமாக இருக்கின்றது. போரியல் காடுகள் இங்கு பாதிக்கும் குறைவான பகுதியையே மூடியுள்ளன.

கிரீன்லாந்து (Greenland). இது உலகின் மிகப் பெரிய தீவாகும். சுமார் 1,600 மைல்கள் தெற்காக (56°, 46' N) கேப்ஃபேர்வெல் (cape farewell) லில் இருந்து வடக்காக (83°,93' N) கேப்மோரிஸ் ஜுசுப் (cape morris jesup) வரை பரவியுள்ளது. கேப் மோரிஸ் ஜுசுப் வட துருவத்திற்கு அருகாமையில் உள்ளது, வட கோளார்த்தத்தில் ஆறில் ஐந்து பங்கின் மேற்பகுதி பனிக்கட்டிப் படுகையால் புதையுண்டு இருக்கின்றது. விளிம்போரங்களில் எண்ணிக்கை அற்ற பனிப்படிவங்களும் பனிப்பாறைகளும் தனித்தனியாகக் காணப்படுகின்றன. மிதக்கும் பனிப்பாறைகளில் பெரும்பாலனவை தென்மேற்குக் கிரீன்லாந்தில் இருந்து உருண்டு வந்தவையாகும்.

தென் மேற்கு, வடகிழக்குக் கடற்கரைகளில் பனிக்கட்டிகளற்ற விளிம்புகள் மிக அகலமாகக் காணப்படுகின்றன. வட பகுதியின் பியரி நிலம் (peary land) தவிர மற்ற யாவும் பனிப் பாறைகளால் மூடப்பட்டனவேயாகும். விளிம்புகள் ஆல்பைன் மலைகளையும், பீடபூமிகளையும் தாழ்வான நிலங்களையும் கொண்டுள்ளன. தென் மேற்குக் கரையில் ஸ்கேயர்கார்டு (Skaërgaard) அநேக தாழ்வான நிலங்களையும் பாறைகளையும் கொண்டுள்ளது.

தட்ப வெப்ப நிலையில் பனிப் போர்வைகளின் (ice cap) முக்கியத்துவம் இன்னும் அறியப்படவில்லை. இங்கு வெப்பம் 2.8°C9. 4°C இலிருந்து 49°F வரையுள்ளது. பொதுவாகக் கோடைக்காலங்களில், ஃபியர்டுகளின் உட்பகுதி வெளிப்பகுதியைக் காட்டிலும் வெப்பமாகவும். குளிர்காலங்களில் குளிராகவும் உள்ளது.

தோராய குளிர்கால வெப்பம்-7,7°C லிருந்து -28.8°C வரையுள்ளது. கோடைக்காலங்களில் தோராய வெப்பம் 4.4°C முதல் 10°C வரை இருக்கின்றது. மழையின் அளவு 10 இலிருந்து 46 அங்குலம் வரையுள்ளது. குளிர்காலத்தில் தென் மேற்குப் பகுதியில் சில இடங்களைத்தவிர தீவின் மற்ற இடங்கள் பனியால் மூடப்பட்டுள்ளன.

பனிக்கட்டியற்ற இடங்களில் தூந்திர வகைத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. கிரீன்லாந்தின் தென்மேற்கில் ஐந்து வகை மரங்களும், ஜாலியன் ஹாப் (Jalianehaab) என்னுமிடத்தில் சில வகை பிர்ச்சுகளும் (birches) வளருகின்றன. இந்தத் தீவின் பெரும்பாலான இடங்களில் புற்கள், பாசிகள், மற்றும் வளர்ச்சி குன்றிய உண்மையான தூந்திர வகைத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

எல். கண்ணன்

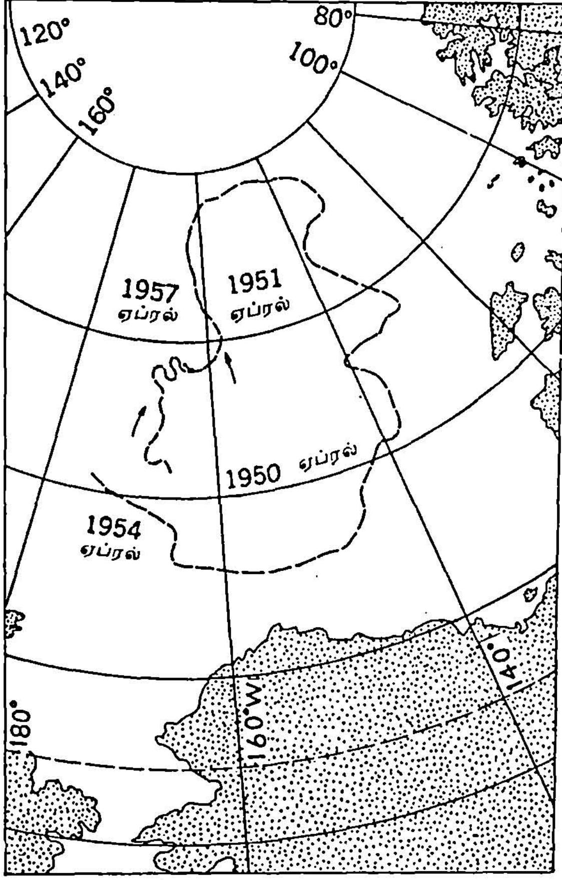
ஆர்க்டிக் பெருங்கடல்

வடதுருவப் (North pole) பகுதியில் வட அமெரிக்கா, கிரின்லாந்து ஆசியா ஆகிய நிலப் பகுதிகளால் சூழப்பட்டு அமைந்துள்ளது ஆர்க்டிக் பெருங்கடல் (Arctic ocean). அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் (Atlantic ocean) பகுதியில் நிலப்பகுதி எதுவும் இல்லாத காரணத்தால் சரியான வரையறை கிடையாது. அதனால் நிலவியலார் இங்கு 66°30' வடக்கு அகலாங்காகிய (latitude) ஆர்க்டிக் வளையத்தை (Arctic circle) வரையறையாகக் கொள்கின்றனர். இந்தப் பெருங்கடலின் ஓரப் பகுதியில், கிரீன்லாந்துக் கடல் (Greenland sea), பெரண்ட்ஸ் கடல் (Barents sea), காராகடல் (Kara sea), லாப்டெவ் கடல் (Laptev seac,) கிழக்கு சைபீரியக் கடல் (East Siberian sea), சுக்சி கடல் (Chuckchi sea), போஃபோர்ட் கடல் (Beaufort sea) போன்ற கடல்கள் உள்ளன. இக் கடற் பகுதிகள் கோடையில் கப்பல் போக்குவரத்திற்கு ஏற்றதாக இருக்கின்றன.

ஆர்க்டிக் வடிநிலம் ஆழமான ஆர்க்டிக் வடிநிலம் (arctic basin) 200 மீட்டர்களுக்கும் குறைவான ஆழத்தில் அமைந்துள்ள கண்டத்திட்டுகளால் (continental shelves) சூழப்பட்டிருக்கிறது. ஆர்க்டிக் வடிநிலத்தின் அங்கங்களாக வட கனடிய வடிநிலம் (north Canadian) நடுதுருவ வடிநிலம, வட யூரேசிய வடிநிலம் (north eurasian basin) ஆகியவை விளங்குகின்றன. கிரீன்லாந்துக்கும் சுபிட்சுபெர்களுக்கும் (spitabergeh) இடையே உள்ள 600 மீ ஆழமே உள்ள நான்சன் முகடால் (nansen rise) அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலிருந்து ஆர்க்டிக் பெருங் கடல்பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் இந்த ஆழமான ஆர்க்டிக் வடிநிலத்தைக் கனடிய தீவுக் கூட்டத்தின் (canadian archipelago) வட விளிம்பிலிருந்து துருவ வழியாகப் புதுச் சைபீரியத் தீவுகள் (new siberian islands) வரை நீண்டிருக்கும் லோமன சோவ் கடலடி மலைத்தொடர் (lomonosov ridge) இரண்டாகப் பிரிக்கிறது. இந்த மலைத் தொடருக்கு இணையாக 84° வடக்கு அகலாங்கில் போஃபோர்ட் கடலருகே மற்றொரு கடலடி மலைத்தொடர் அமைந்திருக்கிறது. இந்த மலைத் தொடர்கள் இருக்குமிடத்தில் ஆழம் 1,500 மீட்டர்களாகும். வட கனடிய வடிநிலமுட் நடுதுருவ வடிநிலமும் 3,500மீ வரை ஆழமுள்ளவையாக இயங்குகின்றன. வடயூரேசிய வடிநிலத்தின் ஆழம் 4, 500 மீட்டர்கள் ஆகும். கண்டத்திட்டின் அடித்தளம் பெரும்பாலும் கற்களாலானது. கண்டச்சரிவின் (continental slope) அடித்தளம் களிமண் வண்டலாலும் (clayey silt) ஆழ் கடலின் அடித்தளம் சுண்ணாம்பு அசும்புப் பாறைகளாலும் (calcareous ooze) ஆனவை.

ஆர்க்டிக் பனிக் கவிகை. (Arctic Ice cap). ஆர்க்டிக் பெருங்கடலிலுள்ள பனிமிதவைப்பாளங்களின் (ice bergs) சராசரி கனம் கோடையில் 1½ முதல் 2 மீட்டர்களாகவும் குளிர்காலத்தில் 2½ முதல் 3 மீட்டர்களாகவும் மாறுபடுகிறது. இருப்பினும் அழுத்த மலைத்தொடர்களிலும் (pressure ridges), பனித் தீவுகளிலும் (ice islands) 24 மீ. கனம் வரை பனிக் கட்டி இருக்கிறது. குளிர்காலத்தில் பனிக்கவிகையின் (ice cap) மேல் பரப்பு அழுத்தமாகவும் கரடு முரடாகவும் இருக்கிறது. கோடையின்போது மேலே உள்ள 1 மீ பனிக்கட்டி உருகுகிறது. இந்த நீர் ஆங்காங்கே குளம் குட்டைகளாகத் தேங்கி நிற்கிறது. வெப்பம் உயர, உயரப் பனிக்கட்டி சுருங்கி 1 முதல் 8 கி.மீ. நீளமுடைய பெரிய படுகைகளாகப் (pans) பிரிகிறது. பனிக்கவிகையின் விளிம்பில் இந்தப் பெரிய பனிப்படுகைகள் உடைந்து 100 மீ. நீளமுள்ள மிதவைப் பனிப்பாளங்களாக உருவாகின்றன. இப்பனிப் பரப்பின் மேல் செப்டம்பர் பிற்பகுதியிலிருந்து மே இறுதி வரை பயணம் செய்யலாம். மார்ச், ஏப்ரல், மே ஆகிய மூன்று மாதங்கள் மிகவும் உகந்த மாதங்கள். கோடையில் பனிப் பரப்பு, ஈரச் செறிவுடனும் வழுக்கும் தன்மையுடனும் விளங்கி போக்குவரத்திற்கு ஏற்றதாக இருக்காது. சில பனிப்படுகைகள் மேல் அக்டோபரிலிருந்து ஏப்ரல் வரை விமானம் இறங்கலாம்.

பனி நகர்வு (ice drift). ஆர்க்டிக் பெருங்கடலில் காணப்படும் பனிப்பரப்பு நகர்ந்து கொண்டே இருக்கிறது. மேற்கோளாக என்.பி, இரண்டு (NP_2) என்று அழைக்கப்படும் உருசிய ஆய்வுக் கூடம் அமைந்துள்ள பனிப்பரப்பு 1950 ஏப்ரல் தொடங்கி 1954 ஏப்ரல் வரை எப்படி நகர்ந்திருக்கிறது என்பதை வரைபடம் காட்டுகிறது.இப்பகுதியில் ஓர் எதிர் சூறாவளித் திருகு சூழல் (anticyclonic gyral) இருக்கிறது. என அறிவியலார் அறிந்திருக்கிறார்கள். இந்தப்

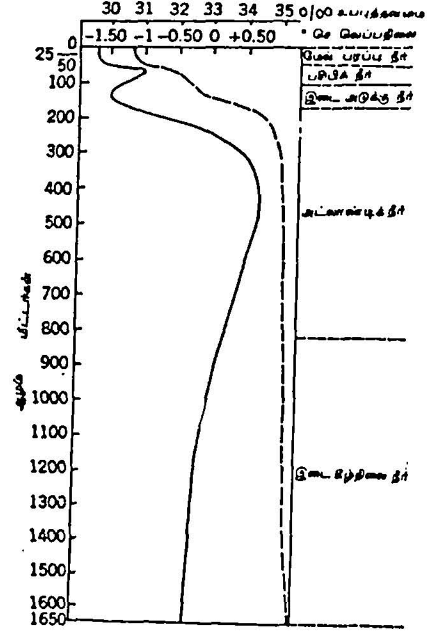


படம் 1. என். பி.₂ உருசிய ஆய்வுக் கூடத்தின் நகர்ச்சி

பனி நகர்ச்சியின் சராசரி வேகம் ஒரு நாளைக்குச் சுமார் 6-7 கி.மீட்டர்களாகும்.

உட்பாய்வும், வெளிப்பாய்வும் (inflow and outflow). வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலிருந்து நீர் கிரீன் லாந்துக் கடல், பெரண்ட்ஸ் கடல் வழியாக ஆர்க்டிக் பெருங்கடலினுள் பாய்ந்து இடஞ்சுழியாகத் (counter clockwise) திரும்பிக் குளிர்கிறது. குளிர்ந்த நீர் கிரீன்லாந்துக் கரை ஓரமாக டென்மார்க் நீர்ச் சந்தி (Denmark strait) வழியாகத் தெற்கு நோக்கிப் பாய்ந்து கிரீன்லாந்தின் தென் முனையருகே திரும்பி டேவிசு நீர்ச்சந்திக்குள் பாய்கிறது. இக் குளிர் நீர் டேவிசு நீர்ச்சந்தியில் ஒன்று கலந்து குளிர் லாப்ராடோர் நீரோட்டம் (cold Labrador current) உருவாகி ஆர்க்டிக் பெருங்கடலிலிருந்து வெளிப்பாய்கிறது. இவ்வாறு ஆர்க்டிக் பெருங் கடலின் உள்ளும் வெளியும்பாயும் நீரின் அளவு ஏறத் தாழ 20,000,000 - 40,000,000 க.மீ / வினாடி இருக் கலாமெனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. இதே போல் பசிபிக் கடற்புறம் (pacific side) வழியாக 1,000, 000- 4,000,000 க.மீ/ வினாடி அளவு நீர் வடக்கு நோக்கிப் பாய்கிறது.

கடல் நீர் அமைப்பு. ஆர்க்டிக் பெருங்கடலில்



படம் 2. ஆர்க்டிக் பெருங்கடல் நீரின் வெப்பநிலையும் உவர்மையும் (salinity)

ஐந்து வகையான நீர் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாய் அடுக்குக்களாக அமைந்திருப்பதை ஆய்வாளர்கள் கண்டறிந்திருக்கிறார்கள். ஆர்க்டிக் பெருங் கடலின் மேற்பரப்பில் 50மீ ஆழம் வரை ஆர்க்டிக் மேற்பரப்பு நீர் (arctic surface water) பரவியிருக்கிறது. இந்நீரின் வெப்பநிலை கோடையிலே - 1.4° செ. ஆகவும் குளிர்காலத்தில் 1.7° செ ஆகவும் இருக்கிறது. உப்புத்தன்மை 28.8 லிருந்து 30.6%. வரை வேறுபடுகிறது. கோடையிலே பனி உருகும்போது மேற்பரப்பில் பனிக்குக் கீழே 1 மீ கனம் உள்ள 0.5%. உப்புத்தன்மையுள்ள நீர் காணப்படுகிறது. 50 மீ - 200 மீ ஆழம் வரை உவர்ப்புச் சரிவுப் பகுதி (halocline) அமைந்திருக்கிறது. இப்பகுதியில் ஆழம் செல்லச் செல்ல உப்புத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. ஆலோகிளைனின் மேற்பகுதியில் (50-100 மீ) - 1.4°. செ.விருந்து -0.7° செ. வரை வெப்ப நிலை உள்ள பசிபிக் நீர் (pacific water) உள்ளது. இது பெரிங் கடலிலிருந்து ஆர்க்டிக் பெருங்கடலுக்குள் பாய்கிறது என்பது கனடா அமெரிக்க ஆய்வாளர்கள் முடிவு. உவர்ப்புச் சரிவின் கீழ்ப்பகுதியில் (100 - 200 மீ) - 1.5° செ. வெப்பநிலை உள்ள குளிர்ந்த இடை அடுக்கு நீர் (cold inter layer) இருக்கிறது. ஆலோ கிளைனுக்குக் கீழே (200-800மீ) நீரின் வெப்பநிலை 0.68 செ. வரை உயர்கிறது. கிரீன்லாந்து மற்றும் பெரன்ட்ஸ் கடல்களிலிருந்து ஆர்க்டிக் பெருங் கடலினுள் புகும் அட்லாண்டிக் நீரால் இவ்வடுக்கு உருவாகிறது. அட்லாண்டிக் நீரடுக்கிற்குக் கீழே

800-3,000 மீ) நீரின் வெப்பநிலை படிப்படியாக -0.3° C. க்குக் குறைகிறது. இதை இடை கீழ்நிலை நீர் அடுக்கு (intermediate lower water) என்பர்.

அ. பசுபதி

நூலோதி

1. John, G. Weihaupt, Exploration of the Oceans, Macmillian Publishing Co Inc., New York, 1979.
2. Thurman, H.V., Introductory Oceanography. Charles E. Merril Publishing Company, Columbia, 1975.

ஆர்க்டிக் வட்டம்

நிலநடுவரைக்கு (equator) வடக்கே சற்றேறக்குறைய 66½° இல், அதாவது வடதுருவத்திலிருந்து (north pole) 23½° இல், பாயும் அகலாங்கு இணைவரை (parellel of latitude) ஆர்க்டிக் வட்டம்(arctic circle) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆர்க்டிக் என்ற சொல் வடபுல வானில் ஒளிரும் துருவ விண்மீன் குழுவின் (northern constellation) கிரேக்கப் பெயரினின்று மருவியது. நிலநடுவரையிலிருந்து ஆர்க்டிக் வட்டம் வரையிலான கோணத் தொலைவும் (angular distance) நிலக்கோள அச்சு சூரியனின் பாதையோடு (plane of the ecliptic) ஏற்படுத்தும் சாய்வும் ஒன்றாகவே அமைகின்றன. அதன் காரணமாக நிலக்கோள வட அரைப்பகுதி (northern hemisphere) கோடைக்கதிர் திருப்பக் (summer solstice) காலத்தில் (சூன் 21) வட துருவம் சூரியனை நோக்கி 23½° சாய்ந்திருப்பதால் சூரியனின் கதிர்கள் வடதுருவத்திற்கு அப்பாலும் பாய்ந்து ஆர்க்டிக் வட்டத்தின் 23½° வரை பரவுகின்றன. இதனால் அந்த இணைவரைப் பகுதியில் 24 மணி நேரப்பகல் பொழுது ஏற்படுகிறது. அதே நாள் நண்பகலில் சூரியனின் கதிர்கள் நிலநடுவரையிலிருந்து 66½° தெற்கே அமைந்துள்ள அண்டார்க்டிக் வட்டத்தில் (Antarctic circle) தொடுவானத்தைச் (horizon) சென்றடைகின்றன. ஆர்க்டிக் வட்டத்தில் நண்பகல் சூரியன் மிகக் கூடுதலான உயரத்தை சூன் 21 அன்று, தொடுவானத்திற்கு மேலே 47° யில் அது இருக்கும் போதுதான் எட்டுகிறது. ஆர்க்டிக் வட்டத்தில் நெடும்பகற்காலத்தில் சூரியன் தொடுவானத்திற்கு மேலே தொடர்ச்சியாக 24 மணி நேரம் மட்டுமே நிலைத்திருக்கிறது. எனினும் அந்தி மெல்லொளியைக் (twilight) கருத்தில் கொள்ள அங்கே தொடர்ந்தாற்போல் ஏறக்குறைய 5 மாதங்களுக்குப் பகல் பொழுது காணப்படுகிறது (சூரியன் தொடுவானத்திற்குக் கீழே 18° அளவிற்குச் செல்லும் வரை அந்தி மெல்லொளி நீடிப்பதாகக் கொள்ளலாம். காண்க, மெல்லொளி

அ. பசுபதி

ஆர்க்ரைட், சர் ரிச்சர்டு

துணித் தொழிலதிபரும் புதுமைப் புனைவாளருமான சர் ரிச்சர்டு ஆர்க்ரைட், என்பவர் 1732 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்கள் 23ஆம் நாளன்று இங்கிலாந்து நாட்டில் லங்காஷயரில் (Lan hashire)உள்ள பிரெஸ்டன் நகரில் பிறந்தார். 1792 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட்டுத் திங்கள் 3ஆம் நாளன்று டெர்பிசயரில் உள்ள கிராம் ஃபோர்டு (Cramford) எனுமிடத்தில் இறந்தார். இவர் திறன் கொண்டு ஓட்டப்படும் எந்திரங்களாலான தொழிலக அமைப்பை (factory system) உருவாக்கிய முனைவர் (pioneer) ஆவார்.



சர் ரிச்சர்டு ஆர்க்ரைட்

இளமையில் ஆர்க்ரைட் சவுரி முடித் தயாரிப்பாளராகப் (wigmaker) பணி புரிந்தார். இவர் பிரிட்டன் பெருநாட்டின் (Great Britain) பெரும் பகுதியைச் சுற்றி வந்தார். தம் சொந்த முயற்சியிலேயே கல்வி கற்றார். 1764இல் இவர் நூற்பு எந்திரம் செய்வதில் (spinning machinery) ஆர்வம் உற்றார். 1779 இல் பதிவுரிமம் (patent) பெறப்பட்ட இவரது முதல் நூற்பு எந்திரம் நீர்த்திறன் (water power) கொண்டு இயங்கியதால் நீர்ச்சட்டம் (water frame) என வழங்கப் பட்டது. இந்த எந்திரம் உருவாக்கிய நூல்,பாவுக்கும் (warp) ஏற்றதாக அமைந்தது. பல பங்கு தாரர்களுடன் இவர் நாட்டிங்காமிலும் (Nottingham) கிராம்ஃபோர்டிலும் பல தொழிலகங்களைத் தொடங்கினார்.

சில ஆண்டுகளில் பஞ்சடித்து இழை தயாரிப்பதிலிருந்து (carding) நூல் நூற்பது (spinning) வரை உள்ள நூல் தயாரிப்பின் பல கட்ட நிகழ்வுகளை (processes) நிகழ்த்தும் பல தொழிலகங்களை நிறுவலானார். 1772இல் முழுப்பருத்திச் சதுர நெசவுத் துணியைத் (all cotton calico) தயாரித்தார். இதற்கு முன்பு லினன் (linen) பாவு இழையாகப் பயன்பட்டது. இதனால் வட இங்கிலாந்தில் பருத்தித் துணித் தொழில் பெருகி வளரலாயிற்று.

தமது எந்திரங்களில் பலரது அருங்கருத்துகளைப் பயன்படுத்தியதால் தொழில் நடாத்தலில் இவரே தனிவல்லாண்மை செலுத்தினார். இவர் 1782 ஆம் ஆண்டுக்குள் 200,000 பவுண்டுகள் வரை ஈட்டினார். 5,000 தொழிலாளர்களுக்கு வேலை வாய்ப்பு அளித்தார். 1786 இல் இவருக்கு 'நைட்' (knight) பட்டம் அளிக்கப்பட்டது.

உலோ. செ.

ஆர்கண்டு வரைபடம்

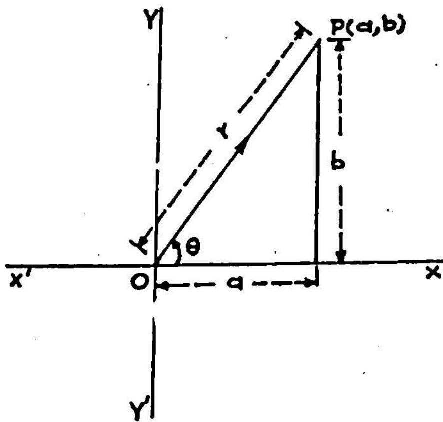
கோண அளவியலில் (trigonometry) கலப்பு எண்களைப் (complex numbers) புள்ளிகளாகக் கொண்டு குறிக்கப்படும் வரைபடத்திற்கு ஆர்கண்டு வரைபடம் (argand diagram) என்று பெயர். கலப்பு எண்களையும், அவற்றோடு தொடர்புள்ள கணிதச் செயல் முறைகளையும் (mathematical operations) ஆர்கண்டு வரைபடத்தில் குறிக்கலாம். காண்க, கலப்பு எண்கள்

வரலாறு. கலப்பு எண்களுக்கு வடிவக்கணித முறையில் விளக்கம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னரே அவற்றிற்கான கோட்பாடு (theory) பெரிதும் முன்னேற்றம் அடையத் தொடங்கியது. கலப்பு எண்களை வரைபட முறையில் குறிக்கும் பணியைக் கி.பி. 1685ஆம் ஆண்டில் ஜான் வேலிஸ் (John Wallis) என்பவர் தெளிவு குறைந்த நிலையில் தொடங்கி வைத்தார். பின்னர் கி.பி. 1799ஆம் ஆண்டில் கேஸ்ப்பர் வெஸ்ஸெல் (Casper Wessel) என்பவர் ஓரளவு பயனுள்ள முறையில் இந்த வரைபட முறையைக் கண்டு பிடித்தார். எனினும், வெஸ்ஸெலினுடைய கண்டுபிடிப்பு ஒருவரது கவனத்தையும் ஈர்க்கவில்லை. அதன் பின்னர் கி.பி. 1806ஆம் ஆண்டில் ஜீன் ராபர்ட் ஆர்கண்டு (Jean Robert Argand) என்பவரும், கி.பி. 1831ஆம் ஆண்டில் கார்ல் ஃபிரீட்ரிக் காஸ் (Karl Friedrich Gauss) என்பவரும் வடிவியல் முறையிலான விளக்கத்தைக் கண்டுபிடித்தனர்.

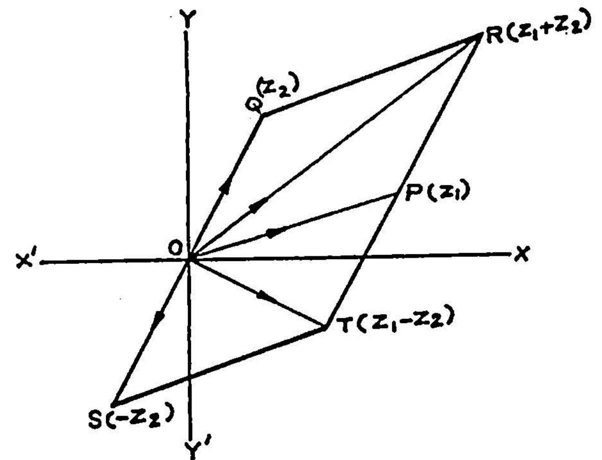
மெய் எண்களை ஒரு நேர்கோட்டின் மேல் குறிப்பதைப் போல கலப்பு எண்களை ஒரு தளத்தின் (plane) மேல் குறிக்கலாம். படம் 1இல் உள்ளதுபோல ஒரு தளத்தில் x'ox, y'oy என்ற இரண்டு செங்குத்துக் கோடுகளை வரைந்து கொண்டு a + ib என்ற கலப்பு எண்ணை (a,b) ஆயங்களைக் (coordinate) கொண்ட P என்ற புள்ளியால் குறிக்கலாம்.

இவ்வாறு கலப்பு எண்களைக் குறிக்க xy தளத்தைப் பயன்படுத்தினால் அதற்குக் கலப்புத் தளம் (complex plane) அல்லது ஆர்கண்டுத் தளம் (argand plane) என்றுபெயர். இந்த முறையில் ஒவ்வொரு கலப்பு எண்ணையும் ஒரு புள்ளியால் குறிக்க முடியும். ஒவ்வொரு கலப்பு எண்ணுக்கும் ஒத்த (corresponding) ஒரேஒரு (unique) புள்ளி இருப்பது போல, ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் ஒத்த ஒரேஒரு கலப்பு எண் இருக்கும். எனவே கலப்பு எண் கணமும் ஆர்கண்டு தளத்தில் உள்ள புள்ளிகளும் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்த (one to one correspondence) இயல்புடையவையாக இருக்கும். XY தளத்தை ஆர்கண்டு தளமாகப் பயன்படுத்தும்போது, மெய் எண்களை முறையே X அச்சில் உள்ள புள்ளிகளாலும் கற்பனை எண்களை Y அச்சில் உள்ள புள்ளிகளாலும் குறிப்பதால், Xஅச்சை மெய் அச்சு (real axis) என்றும், Y அச்சைக் கற்பனை அச்சு (imaginary axis) என்றும் அழைக்கலாம்.

படம் 1 இல் OP ஐச் சேர்த்தால், a+ib ஐத் திசையன் $\overrightarrow{OP}$ ஆல் குறிக்கலாம். அவ்வாறு



படம் 1

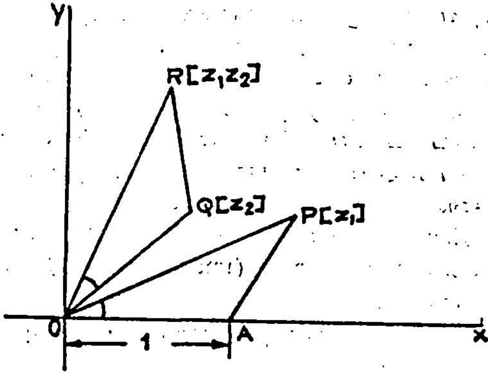


படம் 2

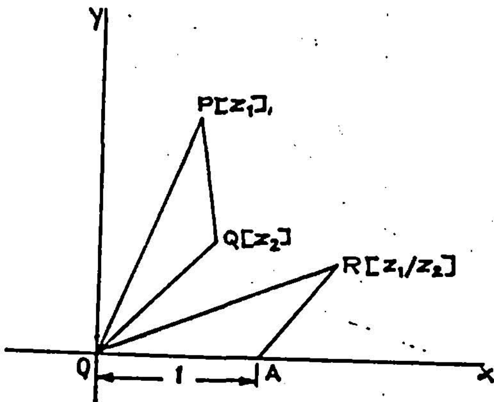
குறிக்கப்படும் $\overrightarrow{OP}$ இன் அளவு (magnitude) r என்பது a+ib இன் மட்டினையும் (modulus) $\overrightarrow{OP}$ இன் திசையையும், (direction) θ என்பது a+ib இன் வீச்சையும் (amplitude) குறிக்கும். எனவே ஒரு கலப்பு எண்ணின் மட்டு-வீச்சு வடிவம் (modulus-amplitude form), $r(\cos\theta + i \sin\theta)$ என்றால், அந்த எண்ணை (r,θ) ஆகியவற்றைத் துருவ ஆயங்களாகக் (polar coordinates) கொண்ட P என்ற புள்ளியாலோ, $\overrightarrow{OP}$ என்ற திசையனாலோ குறிக்க முடியும் என்பது தெளிவாகிறது. திசையன் $\overrightarrow{OP}$ ஒரு கலப்பு எண்ணைக் குறித்தால், ஆர்கண்டு தளத்தில் உள்ள $\overrightarrow{OP}$ க்குச் சமமான ஒவ்வொரு திசையனும் அதே எண்ணைக் குறிக்கும். ஆனால் ஒரு திசையன் ஒரு கலப்பு எண்ணைக் குறிக்கும்போது அதன் இறுதிப்புள்ளியும் அதே எண்ணைக் குறிக்க வேண்டுமெனில், அதன் தொடக்கப்புள்ளியோடு (origin) பொருந்தி இருக்க வேண்டும்.

படம் 2இல் P,Q என்ற புள்ளிகள் முறையே z_1 z_2 என்ற கலப்பு எண்களைக் கொண்டு, OPQR என்ற இணைகரம் உருவாகும்படி R என்னும் புள்ளியைக் குறித்தால், அப்புள்ளி z_1,z_2 ஆகிய இரண்டு கலப்பு எண்களின் கூடுதலாகும். QO = OS ஆக இருக்கும்படி QO ஐ நீட்டினால், S என்னும் புள்ளி $(-z_2)$ஐக் குறிக்கும். OPTS என்ற இணைகரம் உருவாகும்படி T என்னும் புள்ளியைக் குறித்தால் புள்ளி T ஆனது z_1,z_2 ஆகிய இரண்டு புள்ளிகளின் வேறுபாடு ஆகும்.

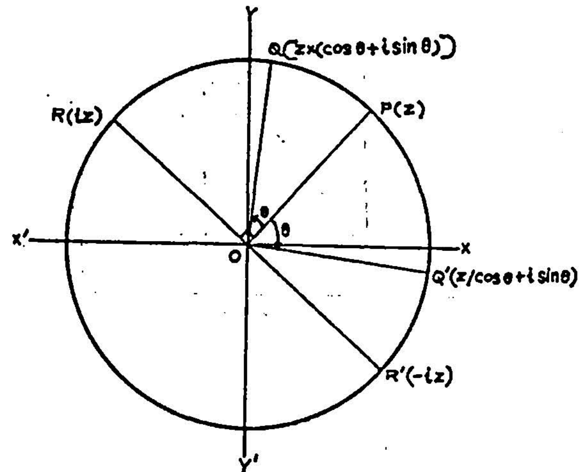
படம் 3 இல், மெய் அச்சின் மீது OA = 1 என்ற அளவில் வரையப்பட்ட முக்கோணம் OAP-க்கு வடிவொத்ததாக, OQ-இன் மீது வரையப்பட்ட முக்கோணம் OQR ஆகும். இதில் உள்ள R என்ற புள்ளி z_1,z_2 என்ற இரு புள்ளிகளின் பெருக்கல் ஆகும். படம் 4 இல் முக்கோணம் OQP-க்கு வடிவொத்ததாக, OA-வின் மீது வரையப்பட்ட முக்கோணம் OAR ஆகும். இதன் மீதுள்ள R என்னும் புள்ளி z_1/z_2 ஐக் குறிக்கிறது. மேலும், P என்னும் புள்ளி z ஐக் குறித்தால் P ஐ நிலையாகக் கொண்டு OP ஐ இடஞ்சுழியாக (anticlockwise) $\theta°$ சுழற்றுவதனால் கிடைக்கும் புதிய புள்ளி Q ஆனது $z(\cos\theta + i \sin\theta)$ ஐக் குறிக்கும். $\theta = 90°$ என்றால் R ஆனது iz ஐக் குறிக்கும். படம் 5 இல் இதேபோல, OP ஐ வலஞ்சுழியாகச் சுழற்றுவதனால் ஏற்படும் புதிய புள்ளி Q ஆனது $z \div (\cos\theta + i \sin\theta)$ ஐக் குறிக்கும். $\theta = 90°$ எனும்போது R′, -iz ஐக் குறிக்கும்.



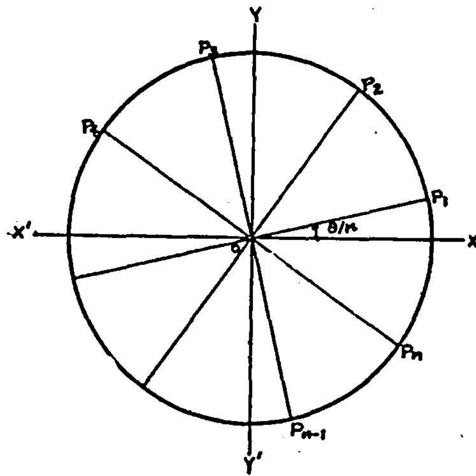
படம் 3



படம் 4



படம் 5



படம்

ஒரு கலப்பு எண்ணின் n ஆவது மூலங்களையும் (nth roots) ஆர்கண்டு வரை படத்தில் எளிதில்குறிக்க முடியும். r $(\cos\theta + i \sin\theta)$ என்ற கலப்பு எண்ணின் n ஆவது மூலங்கள் வேண்டுமானால், முதலில் தொடக்கப்புள்ளியை மையமாகவும் $r^{(1/n)}$ ஐ ஆரமாகவும் கொண்ட வட்டத்தை வரைந்து (படம் 6) பின்னர் θ/n ஐ வீச்சாகக் கொண்ட OP_1 என்னும் ஆரத்தை வரைய வேண்டும். வட்டப்பரிதியை (circum ference) P_1, P_2,............P_n என்னும் புள்ளிகளில் n சம பாகங்களாகப் பிரித்தால், அந்தப் புள்ளிகள், கலப்பு எண்ணின் n மூலங்களைக் குறிக்கின்றன.

தி. வீரராஜன்

நூலோதி

1. Jha, D.K., Sinha, H.C., A Text Book of Trigonometry, S. Chand & Co. (Pvt.) Ltd., New Delhi, 1982.
2. Krishnamurthy, V., Trigonometry, The National Publishing Co., Madras, 1957.

ஆர்கான்

தனிமம் ஆர்கானின் (argon) குறியீடு Ar; அணு எடை 39.948; தனிம வரிசை அட்டவணையில் (periodic table) சுழிப் பிரிவில், ஹீலியம் (helium), நியான் (neon), ஆர்கான், கிரிப்டான் (krypton), செனான் (xenon), ரேடான் (radon) என்ற ஆறு தனிமங்கள் இருக்கின்றன. வேதி வினைகளில் இவை பெரும்பாலும் எளிதில் இயல்பாக ஈடுபடுவதில்லை. ஆகவே இத்தனிமங்கள் பொதுவாக மந்த வளிமங்கள் (inert gases) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவ் வளிமங்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் கிடைப்பதால் அரிய வளிமங்கள் (rare gases) என்றும் அழைக்கப் படுகின்றன.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118



லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu



ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

படம் 1. தனிம வரிசை அட்டவணை

1894-இல் ராலே (Rayleigh) என்ற அறிவியல் வல்லுநர் வளிமண்டல நைட்ரஜனின் (atmospheric nitrogen) அடர்த்தி, வேதி முறைகளில் தயாரித்த நைட்ரஜனின் அடர்த்தியை விட 0.5 விழுக்காடு அதிகமாக இருப்பதை அறிந்தார். எனவே வளி மண்டல நைட்ரஜனுடன் எடை மிகுந்த வேறுசில வளிமங்கள் கலந்திருக்க வேண்டும் என்று அவர் உணர்ந்தார். எச். கேவெண்டிஷ் (H. Cavendish) என்பவர் செய்த சோதனையை ராலே, ராம்சே (Ramsay) ஆகிய இருவரும் மீண்டும் செய்தனர். வளிமண்டலத்திலுள்ள காற்றை எடுத்துக் கொண்டு அதிலுள்ள ஆக்சிஜனைச் சூடான செம்பு வழியாகச் செலுத்தியும், நைட்ரஜனை மகனீசியம் வழியாகச் செலுத்தியும் ஆக்சிஜனையும் நைட்ரஜனையும் நீக்கி இறுதியாகக் கிடைத்த வளிமத்தின் நிரலை (spectrum) ஆராய்ந்தார்கள்.

$$2\,Cu + O_2 \longrightarrow 2\,CuO$$

$$3\,Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3\,N_2$$

இவ்வளிமத்தின் நிரலைக் கொண்டு ஆராய்கையில் அது ஒரு புதிய பொருளாக இருக்க வேண்டும் என்று அறிந்தார்கள். ஆகவே புதிய ஒரு வளிமம், வளிமண்டலத்தில் உள்ளது என்பது தெரிய வந்தது. இதன் ஆவி அடர்த்தியும் (vapour density) அணு எடையும் முறையே 20, 40 என அறியப்பட்டது. இவ் வளிமத்திற்குச் சோம்பலான என்ற பொருள் படும்படியாக ஆர்கான் எனப் பெயரிட்டனர்.

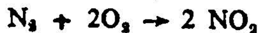
மெந்தலீவ் (Mendeleev) தனிம வரிசை அட்டவணையை உருவாக்கிய பொழுது, அரிய

வளிமங்களுக்கென்று தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம் ஒதுக்கவில்லை. ராம்சே, அரிய வளிமங்களைக் கண்டுபிடித்த பின்னர் சுழித் தொகுதி ஒன்றை உருவாக்கி, இவற்றைத் தனிம வரிசை அட்டவணையில் சேர்த்தார். சுழிப் பிரிவுத் தனிமங்கள் எல்லாமே வளிமங்கள்; வீரியம் குறைந்த மந்த நிலையுடையவை. இதில் துணைப் பிரிவுகள் இல்லை. சுழிப்பிரிவில் உள்ள தனிமங்கள் அவற்றின் அணு எண்களின் (atomic numbers) ஏறுவரிசைக்கேற்ப அமைந்துள்ளன. ஆர்கானின் அணு எண் 18. எனவே, சுழிப் பிரிவில் அது மூன்றாவது தனிமமாக அமைந்துள்ளது. ஆர்கான், நியானுக்கும் (அணு எண் 10) கிரிப்டானுக்கும் (அணு எண் 36) இடைப்பட்ட தனிமமாக அமைந்துள்ளது.

ஹீலியம் மட்டும் இரு எலெக்ட்ரான்களைத் தன் வெளிக்கூட்டில் (outer shell) பெற்றுள்ளது. ஆர்கான் உள்ளிட்ட எல்லா அரிய வளிமங்களும் நிலையான எலெக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஆகையால் இவை எலெக்ட்ரானை இழக்கவோ பெறவோ முயல்வதில்லை.

மந்த வளிமங்கள் தனிம வரிசை அட்டவணையில் இருக்கும் இடம் சரியானது எனப் பின்வரும் காரணங்களின் அடிப்படையில் கூறலாம். மந்த வளிமங்கள் எல்லாம் நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற வளிமங்கள். இவை எல்லாமே ஓரணு வளிமங்கள். இவற்றின் அடர்த்தி, கொதி நிலை, உருகுநிலை ஆகிய பண்புகளில் அணு எடை அதிகமாகும் பொழுது, படிப்படியான மாறுதல் அடைகின்றன; இத்தனிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புகளிலிருந்து இவை சுழித் தொகுதியில் வைக்கத் தகுதியானவை; அதிக நேர்மின்தன்மை கொண்ட கார உலோகங்களுக்கும் அதிக எதிர்மின் தன்மை கொண்ட உப்பீனிகளுக்கும் (halogens) இடையில் இவை பரவலாக அமைந்துள்ளன. தனிம வரிசை அட்டவணையில் இடம் அல்லது வலப் பக்கத்திலுள்ள தனிமங்களின் பண்புகளோடு, இத்தனிமங்களின் பண்புகள் ஒத்திருக்கவில்லை.

ஆர்கான் தயாரிக்கும் முறை. ஆர்கான் உள்ளிட்ட அனைத்து அரிய வளிமங்களும் வளிமண்டலத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இந்த முறையில் இரண்டு நிலைகள் இருக்கின்றன. முதல் நிலையாக, மின்போக்கைத் தொடர்ந்து வளிமண்டலத்தில் செலுத்தினால், காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனும், நைட்ரஜனும் வினைபுரிந்து நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடாக மாறி அது வெளியேறிவிடுகிறது.



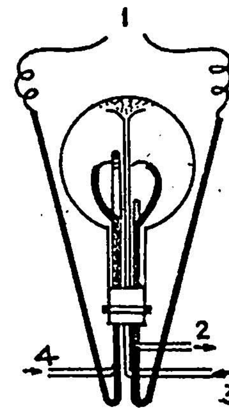
$$N_2 + 2O_2 \rightarrow 2\,NO_2$$

இரண்டாவதாக, கிளர்வூட்டிய கரி (activated charcoal) வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், வெவ்வேறு மந்த வளிமங்களைத் தன்பால் ஈர்த்துக் கொள்ளும் தன்மையுடையது என்ற உண்மையைப் பயன்படுத்தி மந்த வளிமங்கள் ஒவ்வொன்றாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

வளிமண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனையும், நைட்ரஜனையும், நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடாக வெளியேற்றும் முதல் நிலை பின்வருமாறு நிகழ்த்தப்படுகிறது.

ராலே முறை. இம் முறைக்கு வித்திட்டவர் கேவெண்டிஷ். பின் ராலே, ராம்சே ஆகியோர் இம் முறையில் சில மாறுதல்களைச் செய்தனர். இவர்கள் கையாண்ட ஆய்வுக் கருவியின் அமைப்பைப் படத்தில் காண்க. இந்த ஆய்வுக் கருவியில் 50 முதல் 60 லிட்டர் கொள்ளளவுடைய ஒரு குடுவை உள்ளது. இதில் மின்சாரத்தைச் செலுத்துவதற்காக இரு பிளாட்டின மின்முனைகள் இருக்கின்றன. மேலும், இதில் இரண்டு குழாய்கள் இருக்கின்றன. ஒரு குழாய் வழியாக எரிசோடாக் கரைசல் (caustic soda) எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, குடுவையின் அடிப்பாகத்தில் பீச்சாங்குழல் போல் பீச்சியடிக்கப்படுகிறது. பின் இரண்டாவது குழாய் வழியாக எஞ்சிய எரிசோடாக் கரைசல் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு மறுபடியும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூன்றாவதாக உள்ள குழாய் வழியே கார்பன் டைஆக்சைடு நீக்கப்பட்ட, அதிக அளவு ஆக்சிஜன் கலக்கப்பட்ட உலர்த்திய காற்று செலுத்தப்படுகிறது. (ஒரு பங்கு காற்றுடன் 11 பங்கு ஆக்சிஜன் கலக்கப்பட்டுள்ளது).

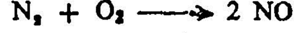
ஒரு மின்சுருள் வழியாக 6000முதல்8000 வோல்ட்



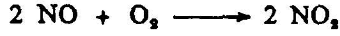
படம் 2. ராலே முறை

1. பிளாட்டின மின்முனை 2. எரிசோடாக்கரைசல் வெளியேறும் வழி 3.எரிசோடாக்கரைசல் செல்லும் வழி 4. வளிமங்கள் உள்ளே செல்லும் வழி

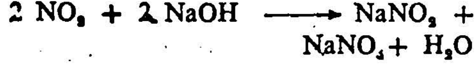
மின்னோட்டம்இரண்டு பிளாட்டின மின்முனைகளுக் கிடையில் செலுத்தப்படுகின்றது. முடிவாகக் காற்றி லுள்ள நைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் வினைபுரிந்து நைட்ரஜன் டைஆக்சைடாக மாறி அடர்மிகு சோடி யம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலால் உறிஞ்சப்படுகிறது.



$N_2 + O_2 \longrightarrow 2\,NO$



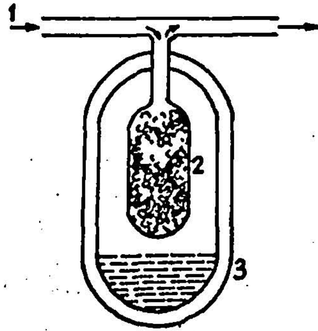
$2\,NO + O_2 \longrightarrow 2\,NO_2$



$2\,NO_2 + 2\,NaOH \longrightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$

அரிய வளிமங்களில் முக்கியமான பங்கு வகிக்கின்ற ஆர்கானும், சிறிதளவு ஆக்சிஜனும் குடுவையில் சென்று சேர்கின்றன. அங்கு ஆக்சிஜன் பைரோகலாலால் (pyrogallol) உறிஞ்சப்படுகிறது. குடுவையில் அரிய வளிமங்களின் கலவை மட்டும் எஞ்சி இருக்கிறது.

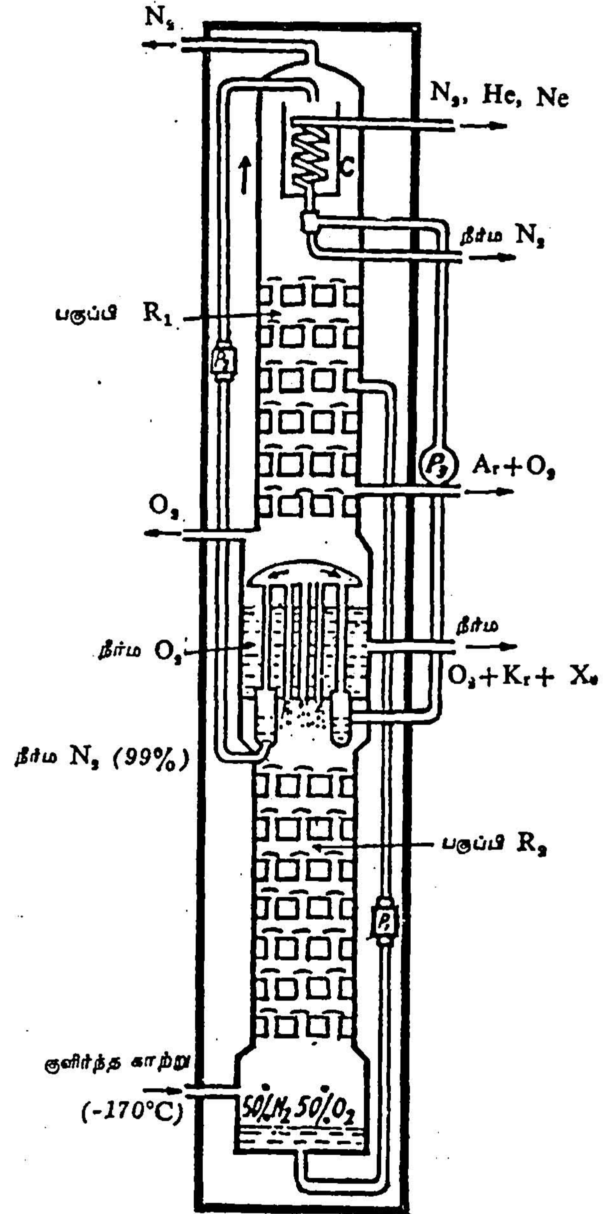
அரிய வளிமங்களை டியூவர் (Dewar) முறைப்படி தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுத்தல். மந்த வளிமங்களின் கலவை தேங்காய் ஓட்டுச் சில் கரிகளால் (coconut charcoal) நிரப்பப்பட்ட ஒரு குடுவைக்குள் செலுத் தப்பட்டு அக்குடுவை 100°C குளிர்ந்த நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள டியூவர் குடுவையில் (dewar flask) ஒரு மணிநேரம் வைக்கப்படுகிறது. ஆர்கான், கிரிப் டான், செனான் ஆகிய வளிமங்களை ஓட்டுச் சில் கரி தன்பால் ஈர்த்துக் கொள்கிறது. எஞ்சிய ஹீலியம், நியான் ஆகிய வளிமங்கள் குடுவையிலிருந்து வெளி யேற்றப்பட்டு -180°C இல் நிலையாக வைக்கப்பட் டுள்ள மற்றோர் ஓட்டுச்சில் கரியின் மீது செலுத்தப் படும் பொழுது நியான் வளிமம் கவரப்பட்டு ஹிலி யம் தனியாகப் பிரிகிறது.



படம் 3. டியூவர் முறை

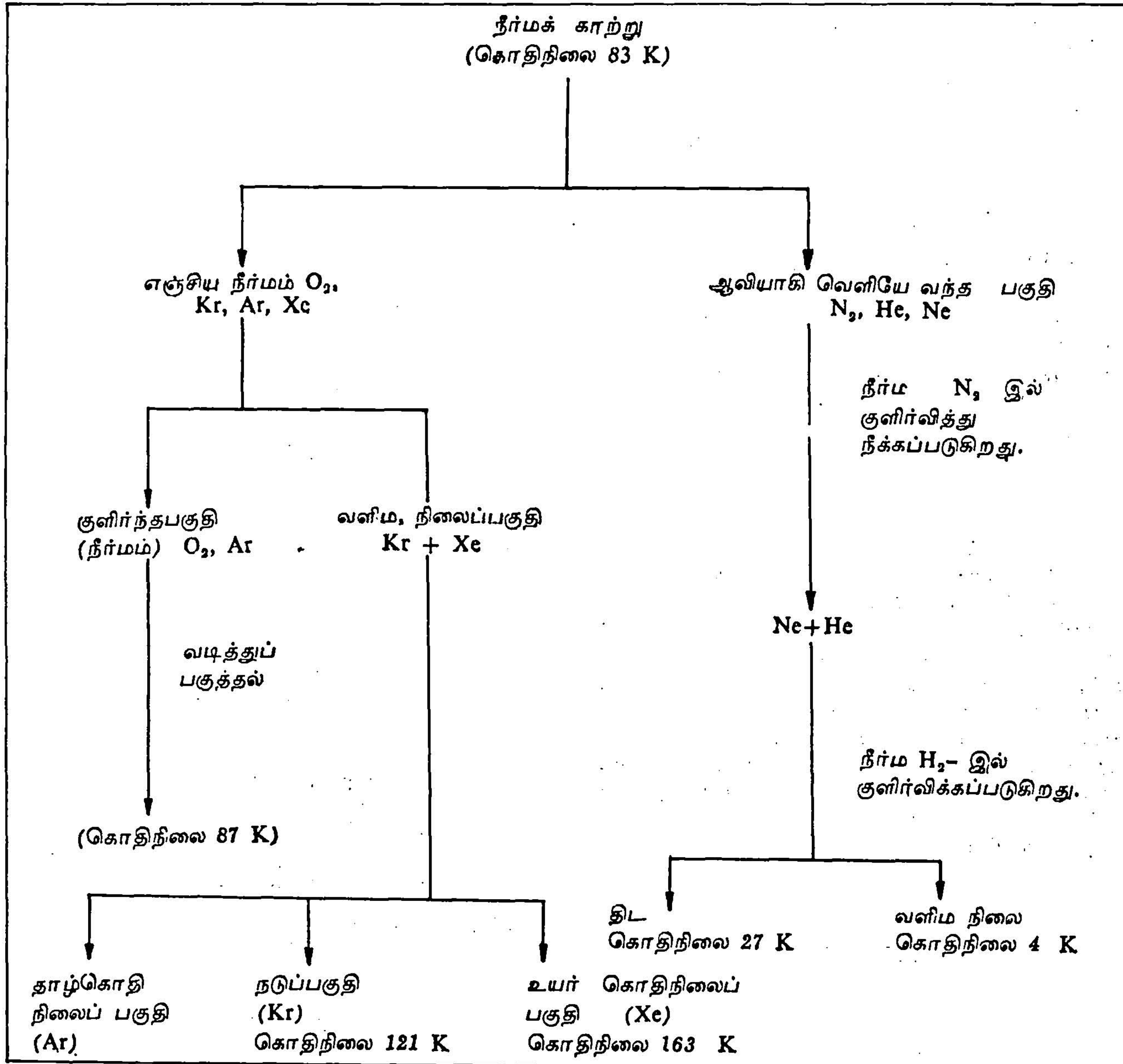
1. வளிமங்களின் கலவை செல்லும் வழி 2. தேங்காய் ஓட்டுச் சில் கரி 3. குளிர் தொட்டி

ஆர்கான், கிரிப்டான், செனான் ஆகியவை கொண்ட முதலாவது ஓட்டுச் சில் கரியை, நீர்மக் காற்று (liquid air) வெப்பநிலைக்குக் குளிர்வூட்டப் பட்ட மூன்றாவது ஓட்டுச் சில் கரியுடன் தொடர்பு கொள்ளச் செய்யும் பொழுது, இதனுள் ஆர்கான் உறிஞ்சப்படுகிறது. அக்கரியை வெப்பப்படுத்தினால் ஆர்கானைத் திரும்பப் பெறலாம். முதலாவது ஓட்டுச்சில்கரி கிரிப்டானையும், செனானையும் கொண்டிருக்கிறது. அதனுடைய வெப்ப நிலையை -90°C க்கு உயர்த்தும்பொழுது தூய்மையான கிரிப் டான் தனியாகப் பிரிந்து கொள்கலத்தில் சேகரிக்கப்



படம் 4

ஆர்கானைத் திரவக் காற்றிலிருந்து பெறும் முறை



படுகிறது. எஞ்சியிருக்கிற செனான், ஓட்டுச் சில் கரியை வெப்பப்படுத்திப் பெறப்படுகிறது.

ஆர்கானைத் திரவக் காற்றிலிருந்து பெறும் முறை. நீர்மக் காற்றை (liquid air) பின்னக் காய்ச்சி வடிக்கும் போது (fractional distillation) முதலில் கிடைப்பது நைட்ரஜன், இத்துடன் ஹீலியம், நியான் ஆகிய வாயுக்களும் வெளியேறும். இவை இரண்டும், நீர்ம நைட்ரஜனை விடக் குறைந்த கொதி நிலை களைக் கொண்டவை. இது நீர்ம நைட்ரஜன சூழ்ந்த சுருள் குழாய்கள் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டுக் குளிர் விக்கப்படுகிறது. அப்போது நைட்ரஜன் உறைந்து ஹீலியம், நியான் ஆகியன மட்டும் தனித்திருக்கும். இது மீண்டும் நீர்ம ஹைட்ரஜன் (liquid hydrogen) சூழ்ந்த சுருள் குழாய்கள் வழியாகச் செலுத்தப் பட்டுக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. அப்போது நியான் உறைந்து, ஹீலியம் தனியாகப் பிரிகிறது.

பின்னக் காய்ச்சிவடித்தலைத் தொடர்ந்து செய் யும் பொழுது அடுத்து ஆக்சிஜன் வெளிவருகிறது. இதன் கொதிநிலையும் ஆர்கானின் கொதிநிலையும் ஏறத்தாழச் சமமாக இருப்பதால், ஆர்கானும் ஆக்சி ஜனுடன் வெளியேறுகிறது. இதை நீர்ம நைட் ரஜன் சூழ்ந்த சுருள் குழாய்கள் வழியாகச் செலுத்த ஆக்சிஜன் உறைந்து நீர்மமாகிறது. இங்ஙனம் ஆர்கான் பிரிக்கப்படுகின்றது. நீர்ம ஆக்சிஜனில்

(liquid oxygen) செனான் போன்ற வளிமங்கள் உள்ளன. பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் இவற்றைப் பிரிக்கலாம். இம்முறையைச் சுருக்கமாகப் பின் வருமாறு குறிக்கலாம்.

தற்பொழுது தொழில் முறையில் ஆர்கான் தயாரிக்க நீர்மக் காற்றைப் பின்னக் காய்ச்சி வடிக்கும் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறை மிகவும் எளியது.

ஆர்கானின் பங்கீடு. இரண்டாவது உலகப் போருக்குப் பின் ஆர்கான் தொழில் முறையில் மிக முக்கியமான ஒரு வளிமமாகப் பயன்படுகிறது. அம்மோனியா தயாரிக்கும் பொழுது ஆர்கானும் ஒரு துணைப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது. ஹேபர் முறையில் (Haber's process) அம்மோனியா தயாரிப்பிற்கு வளிமண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்துகிறோம். இந்த வளிமண்டல நைட்ரஜனில் ஒரு விழுக்காட்டுக்கும் அதிகமான ஆர்கான் இருக்கிறது. ஹைட்ரஜனும், நைட்ரஜனும் இணைந்து அம்மோனியா உருவாகும் பொழுது, அம்மோனியா உலையில் ஆர்கானின் செறிவு (concentration) 15 விழுக்காட்டுக்கு அதிகரிக்கப்படுகிறது. இந்த ஆர்கானுடன் 60 விழுக்காடு ஹைட்ரஜனும் கலந்திருப்பதால், இது நீராவி எந்திரங்களில் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தற்பொழுது சில ஆயவுக்கலன்களைப் பயன்படுத்தி ஆர்கான்-ஹைட்ரஜன் கலவையிலிருந்து ஆர்கான் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு விற்பனைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் மறுபடியும் அம்மோனியா தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இயல்புகள். இது நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற வளிமம். சாதாரண வெப்பநிலையில் இது ஒரு வளிமம். ஆனாலும் இதை நீர்மமாக்கவும் திண்மமாக்கவும் முடியும். இதன் உருகுநிலை -189.2°C; கொதிநிலை - 185.7°C ஆர்கானுடைய உய்ய வெப்பநிலை (critical temperature) -222.4°C. உய்ய அழுத்தம் (critical pressure) 48 வளிமண்டலம், அடர்த்தி 1.784 கி/லி (1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில், 0°Cஇல்) இதன எலெக்ட்ரான் அமைப்பு 2,8,8 அல்லது $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ ஆகும்.

பயன்கள். சிறிதளவு ஆர்கானும், நியானும் சேர்ந்த வளிமக் கலவை பற்பல வண்ண விளம்பர ஒளி விளக்குகளில் நிரப்பப் பயன்படுகிறது. இந்த வளிமங்களின் கலவை பல்புகள் சீராக எரிவதற்கு உதவுகிறது. அயனியாதல் அறையில் (ionisation chamber) அண்டக் கதிர்களை (cosmic rays) ஆராய ஆர்கான் பயன்படுகிறது. உலோகங்களை உருக்கி இணைப்பதற்குத் தேவையான வினை நிகழாச் சூழ்நிலையை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. சாதாரணமாக உலோகங்களை உருக்கி இணைக்கும் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் உலோகமானது சூடான நிலையில் வளிமண்டலத்திலுள்ள வளிமங்களோடு வினை புரிவதைத் தடுக்க ஓர் இளக்கியாகப் (flux) பயன்படுத்தப்படுகிறது. மந்த வளிமங்களோடு ஒப்பிடும் பொழுது இளக்கியின் வினைத்திறன் மிகவும் குறைவு. எனவே இளக்கிக்குப் பதிலாக ஆர்கான் அல்லது ஹீலியம் அல்லது இவ்விரண்டும் சேர்ந்த வளிமக் கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த வளிமங்களின் கலவை உலோகங்களை உருக்கி இணைக்கக் கூடிய பரப்பில் சென்று பரவுகிறது. அம்முறைமூலம் உலோகமானது மற்ற வளிமங்களுடன் வினை புரிவதைத் தடுக்கக் கூடிய ஒரு சூழ்நிலையை உருவாக்குகிறது.

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள். சுழித் தொகுதியில் உள்ள தனிமங்களில் ரேடானைத் தவிர மற்ற ஐசோடோப்புகள் (isotopoes) குறைந்த கதிரியக்கம் (radioactivity) கொண்டவை. Ar^{35}, Ar^{37}, Ar^{39}, Ar^{41}, Ar^{42} ஆகியவை ஆர்கானின் ஐசோடோப்புகளாகும். இவை இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. ஆனால் அணுக்கரு உலைகளில் (nuclear reactors) வளிமண்டலத்திலுள்ள நிலையான Ar^{40}, ஒரு நியூட்ரானை ஏற்றுக்கொண்டு Ar^{41} என்ற மற்றோர் ஐசோடோப்பாக மாறுகிறது. இதனுடைய அரை ஆயுள் காலம் (half life period) 110 நிமிடங்கள்.

பகுப்பு முறையில் ஆர்கானைக் கண்டறிதல். தற்பொழுது வளிமங்களின் கலவையில் ஆர்கானின் அளவை நிர்ணயம் செய்வதற்கு நிறைநிரல் வரைவி முறையும் (mass spectrometry), வளிம நிறச்சாரல் பிரிகை முறையும் (gas chromatography) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறைகள் நடைமுறைக்கு வருவதற்குமுன், ஆர்கானின் அளவை நிர்ணயம் செய்வதற்குக் கிளர்வூட்டப்பட்ட கரி பயன்படுத்தப்பட்டது. இம்முறையில் கிளர்வூட்டப்பட்ட கரியானது குறைவான வெப்பநிலையில் மந்த வளிமங்களின் கலவையிலிருந்து ஆர்கானை மட்டும் தன்பால் ஈர்த்துக் கொள்கிறது. இதிலிருந்து ஆர்கானின் அளவு நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. பழைய முறையில், ஆர்கான் வளிமத்தைக் குறைந்த அழுத்த நிலையில் ஒரு மின் குழாய் வழியாகச் செலுத்தி; கிடைக்கக் கூடிய ஒளி ஒரு நிறமாலை மானியின் (spectrometer) வழியாக மறுபடியும் செலுத்தப்பட்டது. வெளிவரக் கூடிய நிறமாலையைக் (spectrum) கொண்டு ஆர்கானின் அளவு கண்டறியப்பட்டது.

பொ. அனந்தகிருஷ்ணநாடார்

நூலோதி

1. Satya Prakash, Advanced Chemistry of Rare Elements, S. Chand & Company Ltd., New York, 1982.

ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் பாவை

உடல் உறவின் மூலமாகப் பரவும் மேகநோய் (syphilis) மூளை மற்றும் நரம்புப் பகுதிகளையும்

கெடுக்கும். கண்களை ஆய்வதன் மூலம் இந்நோயினைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் (Argyell Robertson) என்ற அறிஞர், 1866ஆம் ஆண்டிலேயே மேகநோயானது மூளையையும், நரம்புப் பகுதிகளையும் கூடத் தாக்கும் என்பதையும் கண்பாவையின் அனிச்சையைக் (pupillary reflex) கூர்ந்து நோக்குவதன் மூலம் இந்நோயினைக் கண்டுபிடிக்கமுடியும் என்பதையும், இதனால் கண் பாவையில் ஏற்படும் மாறுதலையும் விவரித்துள்ளார். அவர் கண்டுபிடித்த இப்புதிய பாவை மாறுதலுக்கு ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் பாவை (Argyell Robertson pupil) எனப் பெயரிட்டார்.

மேகநோயினால் மாறுதலை அடைந்த ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் கண் பாவை அளவில் சிறியதாக வடிவில் ஒழுங்கற்றதாக, இரு கண்களின் அளவு சமமற்றதாக இருக்கும்.

நலமுள்ள கண்பாவைகள், அதிக ஒளிக்கதிர்கள் கண்களுக்குத் தேவையானபொழுது, (அதாவது இருளில்) விரிந்து இருக்கும். வெளிச்சம் அதிகமாக இருக்கும்போது சுருங்கி இருக்கும். ஒளிக்கதிர்களின் அளவைக் கொண்டு, கண்ணின் பாவை, விரிந்தும், சுருங்கியும் செயல்படுவதைப்பாவை அனிச்சை எனக் குறிப்பிடுவர். மேலும் ஒரு பொருளை அருகில் கொண்டு நோக்கும் பொழுது, பாவை சுருங்கும். இவ்வாறு சுருங்குவதை விழியின் குவி தகவமைப்பு (accomodation pupilary refelx) எனக் குறிப்பிடுவர். ஒரு கண் பாவை சுருங்கும் பொழுது, மற்ற கண்பாவையும் சுருங்கும் இது ஒத்தியைவு ஒளி அமைவு (consensual light reflector) எனக் குறிக்கப்படும். இதேபோல நலமுள்ள கண் பாவை தொலைவிலுள்ள பொருளைப் பார்க்கும் பொழுது விரியும். ஆனால் ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் கண்பாவை ஒளிவிழும்போது சுருங்கியும், இருளில் விரியும் தன்மையை இழந்தும் விடுகிறது. எனினும், தொலைவிலுள்ள பொருளையும் அண்மையில் உள்ள பொருளைப் பார்ப்பதிலும் உள்ள அளவு வேற்றுமையை இழக்காமல் காண்பிக்கும். அதாவது, கண்ணின் பாவை சுருங்கி, விரியும் தன்மையை இழநதபோதிலும் பார்வை நல்ல முறையில் இருப்பது ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் பாவையின் ஒரு சிறப்புத் தன்மையாகும். இதிலிருந்து இப்பாவையுள்ள மக்கள் நல்ல பார்வையுள்ளவராக இருக்கலாம். ஆனால் அவர்கள் பாவை ஒளிக்கதிர்களால் மாற்றமடைவதில்லை. கண்திரைப்படலம் (iris) அழிந்து காணப்படும்.

பொதுவாக இந்நோய் இரண்டு கண்களையும் ஒருசேரப் பாதிக்கும். ஆனால் சில சமயங்களில் இது ஒரு கண்ணைமட்டும் பாதிப்பது உண்டு. டாபீஸ் டொர்சாலிஸ் (tabees dorsalis) எனப்படும் முதுகு நரம்புமண்டல நோயின் சிறப்பாகக் காணப்படும்.

எஸ். மனோகர் டேவிட்

ஆர்செனிக் (கனிமம்)

ஆர்செனிக் பிரிவில் ஆர்செனிக் (As), ஆன்ட்டிமணி (Sb), பிஸ்மத் (Bi), டெல்லூரியம் (Te) ஆகிய இயல் தனிமங்கள் அடங்கியுள்ளன. இந்தக் கனிமங்கள் அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் உள்ள சாய்சதுரப் பட்டகங்களாகப் படிகமாகின்றன. ஆர்செனிக் பொதுவாகச் சாய்சதுரப் பட்டகங்களாகப் படிகமானாலும் சிற்சில வேளைகளில் பருச்சதுரம் போன்ற சாய்சதுரப் பட்டகங்களாகவும் படிகமாவதுண்டு. பொதுவாக இதன் படிகங்கள் திண்ணிய மணிகளாகவும் சில நேரங்களில் நுண்ணிய துகள்களாகவும் சிறுநீரக வடிவாகவும், கூரை படிவுக் கூம்பு வடிவாகவும் காணப்படுகின்றன.

இது வெள்ளை, கருப்புக் கலந்த சாம்பல் நிறத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. இதனுடைய உராய்வுத்தூள் (streak) கருஞ்சாம்பல் நிறத்தில் உள்ளது. இதன் கடினத்தன்மை 5.7 ஆகும். இதன் அடர்த்தி எண் 3.5 ஆகும். சீரற்ற முறிவிலிருந்து நுண்மணி முறிவு வரை மாறுவதுடன் நொறுங்கும் இயல்புடையது; உலோக மிளிர்வுடையது.

ஆர்செனிக் தனிமம்,வெள்ளியிலும், கோபால்ட்டிலும், இரும்பிலும் முக்கிய நரம்பிழையாகக் (vein) காணப்படுகிறது.

வணிகத்திலும் தொழிற் சாலையிலும் ஆர்செனிக் பயன்படுகிறது. உலோக ஆர்செனிக் கனிமம், துப்பாக்கிக் குண்டு செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது.

நார்வேயில் உள்ள சாக்சோனி மாவட்டத்தில் பிரிபெர்க் ஷனீபெர்க், மேரியன்பெர்க், அன்னாபெர்க், ஆண்டியுயாஸ்பெர்க் ஆகிய சுரங்கங்களில் நுண் மணிகளாக இது காணப்படுகிறது. ஜப்பானில் எச்சிஜான் மாவட்டத்தில் அகதானியில கோள வடிவ மணிகளாகக் கிடைக்கிறது.

ந. சந்திரசேகரன்

நூலோதி

Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985.

ஆர்செனிக் (தனிமம்)

ஆர்செனிக் (arsenic) நைட்ரஜன் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. நைட்ரஜன் குடும்பத்தில் நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரம், ஆர்செனிக், ஆன்ட்டிமணி, பிஸ்மத் ஆகிய தனிமங்கள் உள்ளன. இவற்றின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு ns^2, np^3 என்ற முடிவடைவதால் இவைகள் p-தொகுப்புத் தனிமங்களைச் சேர்ந்தவையாகும்.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII			Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

இத் தொகுப்பின் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகள் படிப்படியாக மாறுபடுகின்றன. நைட்ரஜன் ஒரு வளிமமாகவும், பாஸ்ஃபரம் எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய ஒரு திண்மப் பொருளாகவும் இருக்கின்றன. மற்ற தனிமங்கள் (As, Sb, Bi) திண்மப் பொருள்களாகவே உள்ளன. அவற்றின் அடர்த்தியும் (density) கொதிநிலையும் சிறிது சிறிதாக அதிகரிக்கின்றன. அவற்றின் அயனி ஆகும் தன்மை நைட்ரஜனிலிருந்து பிஸ்மத் வரை குறைந்து கொண்டே போகின்றது. ஆர்செனிக், ஆன்ட்டிமனி, பிஸ்மத் ஆகிய அயனிகளின் கடைசிச் சூழகத்தில் (orbital) வலுக்குன்றிய d எலெக்ட்ரான்கள் இருப்பதால் அவற்றின் அயனி ஆகும் தன்மை எதிர்பார்ப்பதைவிட அதிகமாகவே இருக்கிறது. உட்கருவின் ஈர்ப்பு (nuclear attraction) d எலெக்ட்ரான்கள் உள்ள கடைசிச் சூழகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை அவ்வளவு பாதிக்காமல் இருப்பதே இதற்குக் காரணம் ஆகும். இவ்வணுக்களின் அளவு எதிர்பாக்கும் அளவிற்குச் சீராக அதிகமாவதில்லை. இதற்கும் அயனி ஆகும் தன்மையில் குறிப்பிட்டபடி d எலெக்ட்ரான் பாதிப்பே காரணம் ஆகும்.

இவற்றின் அணுஎடை (atomic weight) அதிகமாகும்போது எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்தன்மை (eleltro-negativity) குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இவற்றின் இணைதிறன் (valency) 3 அல்லது 5 ஆக இருக்கிறது. இவற்றில் உள்ள 's' எலெக்ட்ரான்கள் திறனற்ற நிலையை (inert) அடையும்போது அவற்றின் இணைதிறன் 3 ஆக இருக்கின்றது. இவற்றின் பிணைப்பு பெரும்பாலும் சக பிணைப்பாகவே (covalent bond) உள்ளது.

அணு எடை மிகும்போது இவற்றின் உலோகத் தன்மை கூடிக்கொண்டேபோகும். இக்குடும்பத்தில் பாஸ்ஃபரம் மட்டுமே இயற்கை நிலையில் கிடைப்பதில்லை. நைட்ரஜன் 75 விழுக்காடாகக் காற்றில் இருக்கிறது. நிலக்கோள மேற்பரப்பில் பாஸ்ஃபரம் கூட்டுப் பொருளாக ஏராளமாகக் கிடைக்கிறது. இத்தனிமம் கிடைக்கும் அளவில் பத்தாவது இடத்தைப் பெறுகின்றது. ஆர்செனிக், ஆன்ட்டிமனி, பிஸ்மத் ஆகியவை அதிகமாகக் கிடைப்பதில்லை.

ஆயுர்வேத மருத்துவத்தில் மனோசிலை, ஹரிதகை என்ற இரண்டு ஆர்செனிக் சல்ஃபைடுகள் உபயோகத்தில் இருந்தன. மனோசிலை என்பது ரியல்கார் (realgar) என்றும், ஹரிதகை என்பது ஆர்ப்பிமென்ட் (orpiment) என்றும் தற்போது அழைக்கப் படுகின்றன. இரசவாதிகள் (alchemists) முதன் முதலில் ஆர்செனிக்கைத் தயாரித்து இருக்கிறார்கள். வெள்ளை ஆர்செனிக் (As_4O_6) இடைக்காலத்தில் நஞ்சாகப் பயன்பட்டது.

தோற்றம். இது பெரும்பாலும் இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட் (cobalt) ஆகியவற்றின் சல்ஃபைடுடன் சேர்ந்தே காணப்படுகிறது. ஆர்செனிக்கல் பைரைட் அல்லது மிஸ்பிக்கல் (FeAsS), ஆர்ப்பிமென்ட் (As_4S_6), ரியல்கார் (As_4S_4), கோபால்ட்டைட்டு (CoAsS), நிக்கல் கிளான்ஸ் (NiAsS) முதலியன ஆர்செனிக்கின் முக்கிய தாதுக்களாகும்.

தனிமத்தைப் பிரித்து எடுத்தல். கோபால்ட், நிக்கல் போன்றவைகளின் சல்ஃபைடுகளை மிக அதிகமான வெப்பநிலையில் வறுக்கும்போது (roasting) ஆர்சீனியஸ் ஆக்சைடு துணைப் பொருளாகக் கிடைக்கின்றது. அதைக் கரியுடன் (carbon) சேர்த்து ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் செய்யும்போது படிக ஆர்செனிக் கிடைக்கின்றது.

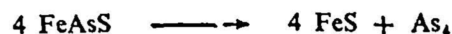


$$As_4S_6 + 9\,O_2 \longrightarrow As_4O_6 + 6\,SO_2$$



$$As_4O_6 + 6\,C \longrightarrow 4\,AS + 6\,CO$$

மற்றொருமுறையில்ஆர்செனிகல்பைரைட்டுகளை (arsenical pyrites) வெற்றிடத்தில் வெப்பப்படுத்தும் போது உண்டாகும் வாயுநிலை ஆர்செனிக் நீரால் குளிர்விக்கப்பட்ட கலன்களில் சேர்க்கப்படுகின்றது.



$$4\,FeAsS \longrightarrow 4\,FeS + As_4$$

இயல்புகள். ஆர்செனிக் தனிமப் புறவேற்றுமையைக் (allotropy) காட்டுகிறது. அது மூன்று மாற்று அமைப்புகளில் நிலவுகிறது.

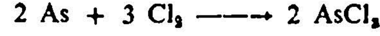
உலோக ஆர்செனிக் அல்லது சாம்பல்நிற ஆர்செனிக். இது ஆர்செனிக்கின் நிலைத்தன்மை உடையபுறவேற்றுமை அமைப்பாகும். சாம்பல் நிறமுள்ள இதுஉலோகப் பளபளப்புக் குறைந்த வெளிப்புறத்தை உடையது. எளிதில் ஆவி ஆகிறது. இவ்வகை ஆர்செனிக் அடுக்கைப்போன்ற (plate like) அமைப்பை உடையது. இதன் ஒவ்வோர் அணுவும் மற்ற மூன்று அணுக்களுடனும் கூம்புப்பட்டகம்(pyramid) போன்ற

அமைப்பால் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒவ்வோர் அணுவும் பக்கத்து அடுக்கில் உள்ள மற்ற மூன்று அணுக்களாலும் நெருக்கமாகச் சூழப்பட்டிருக்கிறது.

மஞ்சள் ஆர்செனிக். ஆர்செனிக் ஆவியை நீர்ம நிலையிலுள்ள காற்றில் ஒளியற்ற சூழ்நிலையில் குளிரவைக்கும்போது இது கிடைக்கின்றது. இது நிலைத்தன்மை அற்றது. அறையின் வெப்பநிலையில் எளிதில் உலோக ஆர்செனிக்காக மாறுகிறது. பளபளப்பற்ற தன்மை உடையது. இது கார்பன் டைசல்ஃபைடில் கரைகின்றது; சூழல் வெப்ப நிலையில் ஒளி உமிழும் தன்மை உடையது; எளிதில் ஆவியாகிறது. இதன் ஆவி, பூண்டின் மணம் உடைய தாகவும் கடும் நஞ்சாகவும் இருக்கிறது. இதன் மூலக்கூறு நாற்பட்டகக் கட்டமைப்பைப் (tetrahedral structure) பெற்றுள்ளது.

கரிய ஆர்செனிக். இவ்வகை ஆர்செனிக் மேற் குறிப்பிட்ட இரண்டு வகைகட்கும் இடைப்பட்ட தாகும். கார்பன் டை சல்ஃபைடில் கரைக்கப்பட்ட மஞ்சள் ஆர்செனிக்கைத் தெளியவைக்கும்போது கரிய ஆர்செனிக் வீழ்படிவாகின்றது.

இது சாம்பல் நிற ஆர்செனிக்கை ஹைட்ரஜன் சூழலில் சூடுபடுத்தும்போதும் ஒளிர்விடும் போதும் பதங்கமாகக் கிடைக்கிறது. இது படிகநிறமற்றது. உலோக ஆர்செனிக்கை விட நிலைத்தன்மை குறைந் தது. இது ஒளிக்கசியும் தன்மையைப் பெற்று இருக் கிறது. கார்பன் டை சல்ஃபைடில் கரைவதில்லை. இது 360°C க்கு வெப்பப்படுத்தும்போது சாம்பல் நிற ஆர்செனிக்காக மாறுகிறது.



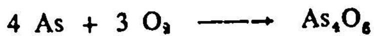
ஆர்செனிக் சேர்மங்கள். சோடியம் ஆர்செனைடை நீராற்பகுக்கும்போதும், மகனீசியம் அல்லது நாக ஆர் செனைடை அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தும்போதும் ஆர்சீன் (arsine) நிறமற்ற வளிமமாகக் கிடைக்கிறது. இது காற்றில் எரிந்து ஆர்செனிக் மூ ஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது. ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் வெப்பப் படுத்தும்போது உலோகக் கண்ணாடி கிடைக்கின்றது. இதற்கு மார்ஷ் சோதனை (Marsh test) எனப் பெயர். ஆர்சீன் ஒரு வலுமிக்க ஆக்சிஜன் ஒடுக்கி (strong reducing agent). இது வெள்ளி நைட்ரேட்டை வெள் ளியாக ஒடுக்குகிறது. நன்றாகச் சூடாக்கப்பட்ட சோடியம் அல்லது செம்புடன் சேர்ந்து ஆர்செனைடு களை உண்டாக்குகின்றது.

ஆர்சீனியஸ் ஆக்சைடு அல்லது வெள்ளை ஆர் செனிக் (As_4O_6). ஆர்செனிக்கைக் காற்றில் எரிப்பதன் மூலமும், ஆர்செனிக்கல் பைரைட்டை அதிக வெப்ப நிலையில் வறுக்கும் போதும் இது கிடைக்கிறது. இதைப் பதங்கப்படுத்தும்போது ஒளி ஊடுருவும் கண்ணாடி போன்ற பொருள் கிடைக்கின்றது. இது நிறம், மணம் அற்றது. இது ஈரியல்புள்ள (amphoteric) ஒரு சேர்மமாகும். காரத்தோடு சேர்ந்து சோடியம் ஆர்செனைட்டையும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத் துடன் சேர்ந்து ஆர்செனிக் மூ குளோரைடையும் கொடுக்கிறது. இது ஒரு சிறந்த ஆக்சிஜன் ஒடுக்கி. உப்பீனிகள் (halogens), பர்மாங்கனேட்டு, நைட்ரிக் அமிலம், ஹைட்ரஜன் பெர்ஆக்சைடு ஆகியவை இதனால் குறைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் ஸ்டேனஸ்

ஆர்செனிக்கின் சில பொது இயல்புகள்

இயல்புகள்	மதிப்பு
உருகுநிலை (சாம்பல் நிறம்)	—814°C (36 வளிமண்டல அழுத்தத்தில்
அடர்த்தி (சாம்பல் நிறம்)	5.73 கி/பரு செ.மீ.(14°C இல்)
(மஞ்சள் நிறம்)	2.03 கி/ பரு செ.மீ. (18°C இல்)
ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள்	—3, +3, +5
எலெக்ட்ரான் அடைப்பு	$1s^2,2s^2,2p^6,3s^2,3p^6,3d^{10},4s^2,4p^3$

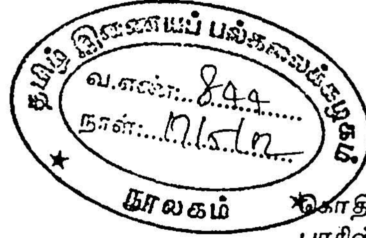
வேதியியல் பண்புகள். காற்றில் நீல நிறத்துடன் எரிந்து ஆர்செனிக் மூ ஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது.

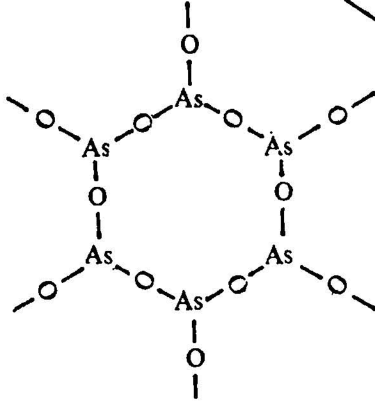


அமிலங்களிலிருந்து இது ஹைட்ரஜனை வெளி யேற்றுவதில்லை. எனினும் நைட்ரிக் அமிலமும், சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் இத்தனிமத்தை ஆர்செனிக் அமிலமாக மாற்றுகின்றன. உருகிய சேர்மத்துடன் சேர்ந்து ஆர்செனைட்டைத் தருகின்றது. குளோரின் வளிமத்துடன் நுண்ணிய பொடி நிலையிலுள்ள ஆர்செனிக் சேரும்போது தீப்பற்றி எரிகின்றது. ஆர் செனிக் மூ குளோரைடு விளைகின்றது.

குளோரைடு இதையே ஆர்செனிக்காகக் குறைத்து விடுகின்றது. பைரக்ஸ் கண்ணாடி (pyrex glass) செய்யவும், பூச்சிக்கொல்லியாகவும் (insecticide) தோலைப் பாதுகாக்கவும், சருமநோய்களுக்கு மருந் தாகவும் இது பயன்படுகிறது. இதன் மூலக்கூறு அறுகோணக் கட்டமைப்பைக் (hexagonal structure) கொண்டது. இரண்டு ஆர்செனிக் அணுக்கள் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவால் சேர்க்கப்பட்டு அமைந்திருக் கின்றன.

ஆர்செனிக் ஐ ஆக்சைடு (As_4O_{10}). ஆர்சனிக் மூ ஆக்சைடை நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்சிஜன் ஏற்றம் செய்தால் ஆர்செனிக் ஐ ஆக்சைடு கிடைக்கின்றது.





இது ஒரு நிறமற்ற, நீர் உறிஞ்சும் தன்மை வாய்ந்த படிகமாகும். இது நீருடன் சேர்ந்து ஆர்செனிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கின்றது.

ஆர்செனைட்டுகள். ஆர்சீனியஸ் ஆக்சைடை நீரில் கரைத்தால் உண்டாகும் ஆர்சீனியஸ் அமிலம் மூவிணைய அமிலமாகும் (tribasic acid). அதன் உப்புக்கள் ஆர்சனைட்டுகளாகும். அவை ஆர்த்தோ ஆர் செனைட்டுகள், K_3AsO_3 Cu_3 $(AsO_3)_2$ மெட்டா ஆர்செனைட்டுகள் $NaAsO_2$, பைரோ ஆர் செனைட்டுகள் $Na_4As_2O_5$ என்பனவாகும்.

சோடியம் ஆர்செனைட்டு ($NaAsO_2$). சோடியம் பைகார்பனேட்டில் ஆர்சீனியஸ் ஆக்சைடைக் கரைத்தால் இது கிடைக்கிறது.

இது பருமனறி பகுப்பாய்வில் (volumetric analysis) பயன்படுகிறது. இதன் நீர்த்த கரைசல் ஃபௌலர் கரைசல் (Fowler's solution) என்ற பெயரில் கால் நடை மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது. இது பூச்சிக் கொல்லியாகவும் வெட்டுக்கிளியை ஈர்த்துக் கொல் லும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

செம்பு ஆர்செனைட்டு ($CuHAsO_3$). அம்மோனியம் ஆர்செனைட்டும் செம்பு சல்ஃபேட்டும் கலக்கும் போது நல்ல பச்சை நிறமுள்ள செம்பு ஆர் செனைட்டு வீழ்படிகின்றது. இது சுவர்த்தாள்களில் பச்சை நிறம் ஏற்ற உபயோகப்படுகிறது. ஆனால் சிலவகை நுண்ணுயிர்கள் (microorganisms) இதை மிகக் கொடிய நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த ஆர்செனிக் சாக மாற்றிவிடுகின்றன.

வெள்ளி ஆர்செனைட்டு (Ag_3AsO_3). சில்வர் நைட்ரேட்டைச் சமநிலைப் படுத்தப்பட்ட சோடியம் ஆர் சனேட்டுடன் சேர்க்கும்போது மஞ்சள் நிற வெள்ளி ஆர்செனைட்டு வீழ்படிகின்றது. இது அசெட்டிக் அமிலத்தில் கரையக் கூடியது.

குப்ரிக் அசெட்டோ ஆர்செனைட் அல்லது பாரிஸ் பச்சை $(CH_3COO)_2$ Cu. $3Cu(AsO_2)_2$ காரப்பண்பு நிறைந்த செம்பு அசெட்டேட்டை ஆர்செனிக் ஆக் சைடுடனும் அசெட்டிக் அமிலத்துடனும் சேர்த்துக் கொதிக்க வைக்கும்போது பச்சைநிறம் கொண்ட பாரிஸ் பச்சை (paris green) கிடைக்கின்றது. இது பச்சை வண்ணப் பூச்சுகள் (paints) தயாரிப்பிலும், பூச்சிக்கொல்லிகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

ஆர்செனிக் அமிலம் (H_3AsO_4). ஆர்சீனியஸ் ஆக்சைடை நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்சிஜன் ஏற்றத் திற்குஉட்படுத்தும்போதும் ஆர்செனிக் ஐ ஆக்சைடை (arsenic pentoxide) நீரில் கரைக்கும் போதும் ஆர் சனிக் அமிலம் கிடைக்கின்றது.

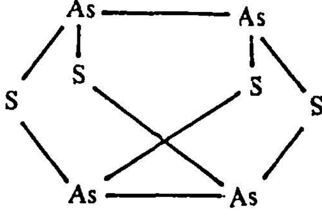
ஆர்சனிக் அமிலத்தின் உப்புக்கள் ஆர்செனேட்டுகள் ஆகும். ஆர்செனிக் அமிலம் ஒரு மூவிணைய அமிலமாதலால் மூன்று வகை உப்புக்கள் கிடைக்கின்றன. சோடியத்தோடு ஏற்படும் மூன்று வகை உப்புக்கள் (i) மூசோடியம் ஆர்செனேட்டு, (ii) இரு சோடியம் மோனோஹைட்ரஜன் ஆர்செனேட்டு, (iii) ஒற்றை சோடியம் இரு ஹைட்ரஜன் ஆர்சனேட்டு என்பன வாகும். இரு சோடியம் ஆர்செனேட் காலிக்கோ அச்சுப்பணியில் (calico printing) பயன்படுகின்றது.

ஈய ஆர்செனேட்டு $Pb_3(AsO_4)_2$. இரு சோடியம் ஆர்செனேட்டை ஈய அசெட்டேட்டுடன் சேர்க்கும் போது ஈயஆர்செனேட்டு கிடைக்கின்றது. இது பழ மரங்களில் ஏற்படும் பூச்சிகளைக் கொல்லப் பயன்படுகின்றது.

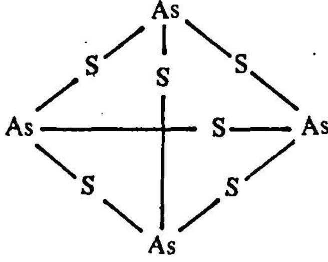
ஆர்செனேட்டுகளை மிகையான நைட்ரிக் அமிலத்துடன் அம்மோனியம் மாலிப்டேட்டுடனும் (ammonium molybdate) சேர்த்துச் சூடாக்கும்போது மஞ்சள் நிற அம்மோனியம் ஆர்செனோ மாலிப் டேட்டு (ammonium arsenomolybdate) $(NH_4)_3ASO_4$ X. MoO_3YH_2O) கிடைக்கிறது.

ஆர்செனிக் இரு சல்ஃபைடு (As_4S_4). ஆர்செனிக்கையும், கந்தகத்தையும் சேர்த்துச் சூடுபடுத்தும் போது இது கிடைக்கிறது. இது ஓர் ஒளிக்கசிவு உடைய பொருளாகும். இது இயற்கையிலும் தாதுவாகக் கிடைக்கின்றது. இது வண்ணப்பூச்சுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது சுடர் விட்டு எரிகின்றது. இந்தப் பண்பைப் பயன்படுத்தி வெள்ளைத் தீ அல்லது வங்காளத் தீ தயாரிக்கப் படுகிறது. அழகான வெள்ளைத் தீயைத் தயாரிக்க ரியால்கார், கந்தகம், பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டு ஆகியவற்றைப் வெப்பப்படுத்த வேண்டும். அதன் அமைப்பு, சீர்மையற்ற நாற்பட்டக (distorted tetrahedron) அமைப்பாகும். இதில் ஆர்செனிக் அணுக்கள் கந்தக அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

ஆர்செனிக் மூசல்ஃபைடு - ஆர்ப்பிமென்ட் (As_4S_6). இது இயற்கையில் கிடைக்கிறது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைச் சோடியம் ஆர்செனேட்டுடன் சேர்க்கும் போது இது மஞ்சள் நிறப்பொருளாக வீழ்படிகின்றது.



சோடியம் ஹைட்ராக்சைடிலும் அம்மோனியம் சல்ஃபைடிலும் கரைகின்றது. இதன் அமைப்பு மடிக்கப் பட்ட ஊசி வடிவமாக இருக்கின்றது.



ஆர்செனிக் ஐசல்ஃபைடு(As_2S_5). ஆர்செனிக் மூ சல்ஃபைடையும் கந்தகத்தையும் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது ஐ சல்ஃபைடு கிடைக்கின்றது. இது மஞ்சள் நிறப் பொருளாகும். இது மஞ்சள் நிற அம்மோனியம் சல்ஃபைடில் கரைகின்றது.

ஆர்செனிக் உப்பீனிகளுடன்சேர்ந்து மூ ஹாலைடு களையும், ஐ ஹாலைடுகளையும் தருகின்றது.

ஆர்செனிக்குக்கான சோதனைகள். ஆர்செனிக் உள்ள பொருள்கள் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடுடன் சேரும்பொழுது மஞ்சள் நிற ஆர்செனிக் மூசல்ஃபைடு வீழ்படிவாகின்றது. ஆர்செனிக் உப்புக் கரைசலில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் செம்பு சல்ஃபேட்டும் சேர்க்கும்போது நல்ல பச்சை நிறச் செம்பு ஆர் செனைட்டு (copper arsenite) வீழ்படிவாகின்றது. நடுநிலையாக்கப்பட்ட வெள்ளி நைட்ரேட்டுடன் ஆர் செனைட்டுகள் மஞ்சள் நிற வீழ்படிவையும் ஆர் செனேட்டுகள் இளம் சிவப்பு நிற வீழ்படிவையும் தருகின்றன.

மார்ஷ் சோதனை. தூய சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தையும் துத்தநாகத்தையும் ஆர்செனிக் உள்ள பொருளுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் வரும் ஆவியை ஒரு குழாயின் வழியாக வெளியேற்ற வேண்டும். அக்குழாயை ஆவிபோகும் வழியில் வெப்பப்படுத்தினால் சிறிது தொலைவில் கரிய பளப்பளப்பான படிவம் கிடைக்கின்றது. இப்படிவம் சோடியம் ஹைப்போக்குளோரைட்டில் (sodium hypochlorite) கரையக் கூடியது. இச்சோதனைக்கு மார்ஷ் சோதனை எனப் பெயர்.

எடைஅறிதல். ஒரு பொருளில் ஆர்செனிக்கின் எடையை இரு வகைகளில் கணக்கிடலாம். அதை எடையறி பகுப்பு மூலமாகவும் (gravimetric analysis) பருமனறி பகுப்பாய்வின் மூலமாகவும் அறியலாம். அமில ஆர்செனிக் கரைசலில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைச் செலுத்தினால் ஆர்செனிக் சல்ஃபைடு வீழ்படிகின்றது. அதை நன்றாகக் கழுவி உலர்த்தி As_2S_3 ஆக எடையை நிர்ணயிக்கலாம்.

பருமனறி பகுப்பு முறையில் ஆர்செனிக் உள்ள கரைசல் அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. அயோடின் விளைபொருளாக உண்டாகிறது. அதைச் சோடியம் தயோசல்ஃபேட்டுக் கரைசலுடன் தரம்பார்த்து (titration) ஆர் செனிக்கின் எடையைக் கணக்கிடலாம்.

பயன்கள். இது கால்நடைகளின் தோலைப் பாதுகாக்கவும், பைரக்ஸ் கண்ணாடி (pyrex glass) தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. ஈயத்துடன் கலந்த கலவை கடினத்தன்மை வாய்ந்தது. இது ஈயக் குண்டுகள் செய்யப் பயன்படுகின்றது. வேளாண்மையில் ஆர்செனிக் சேர்மங்கள் பூச்சிக்கொல்லியாகப் பயன்படுகின்றன.

அண்மையில் ஆர்செனிக்கும், காலியமும் (gallium) சேர்ந்த கலவை அரைக்கடத்தியாகச் (semi-conductor) சிலிச்சான் சில்லுகளுக்குப் (chips) பதிலாகக் கணிபொறிகளில் (computer) பயன்படுத்துவதாகத் தெரிகிறது. இந்தக் கலவையை விரைவில் கணிபொறிகளில் பயன்படுத்தி அவற்றை மிக வேகமாக இயக்கலாம் எனக் கண்டறியப்பட்டிருக்கிறது.

சி. அகோரம்

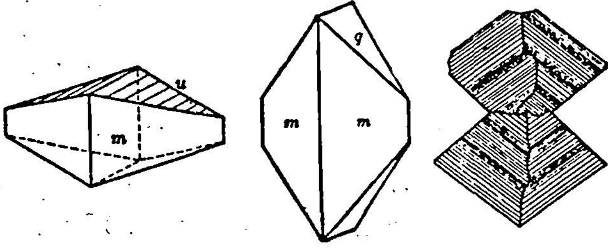
ஆர்செனோபைரைட்டு

ஆர்செனிக் தனிமத்தின் முக்கிய தாது ஆர்செனோ பைரைட்டு (arsenopyrite). இக்கனிமம் ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் வேதியியல் உட்கூறுகள் FeAs, Fe_2As, $FeAs_2$ என்பன. இக்கனிமத்தில் ஆர்செனிக் 46.0 விழுக்காடும் கந்தகம் 19.7 விழுக்காடும் இரும்பு 34.3 விழுக்காடும் உள்ளன. சில சமயங்களில் இரும்பின் சில பகுதிகள் கோபால்ட்டால் இடப் பெயர்ச்சி அடைந்து காணப்படும். அதை டானைட்டு (danaite) என அழைப்பர். இதில் 3 முதல் 9 விழுக்காடு வரையிலும் கோபால்ட் கலந்து காணப் படும். இதன் படிக அச்சுகளின் நீள விகிதம் a:b:c = 1.683:1:1.136 ஆகும்.

படிகங்கள் பட்டக வடிவிலும், செம்பாள அமைப்பிலும், தூண் வடிவ அமைப்பிலும், மணியமைப்பிலும், மையவிரியமைப்பிலும் காணப்படும். பட்டகங்கள் வெள்ளி நிற வெண்மையாயும் (silver

white) சாம்பல் நீல நிறமாயும் சில சமயங்களில் மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப்படும். ஊராய்வுத் தூள் அடர் சாம்பல் கருப்பு நிறமானது. இதன் கடினத் தன்மை 5.5 முதல் 6 வரையிலும் அடர்த்தி எண் 5.9 முதல் 6.2 வரையிலும் மாறு படும். உலோக மிளிர்வையும், சீர் அற்ற முறிவை யும் நொறுங்கும் தன்மையையும் உடையனவாகக் காணப்படும். தெளிவான செவ்விணை வடிவப் (110) பட்டகக் கனிமப் பிளவும், தெளிவற்ற அடி யிணை வடிவப் (001) பிளவும் கொண்டது.

ஒளியியலாக இக்கனிமம் ஒளி புகாத (opaque) தன்மை கொண்டது. ஆனால் தாதுஎதிர்பலிப்பு நுண்ணோக்கியால் (ore moroscope) பார்க்கும்போது வெள்ளை நிறமாகவும், இதன் ஒளி விலகல் எண் (refractive index) a அச்சின் திசையில் சிவப்புக்கு



படம் 1. ஆர்செனோ பைரைட்டின் கனிமத் தோற்றம்

1.847 ஆகவும், மஞ்சளுக்கு 1.597 ஆகவும், பச்சைக்கு 1.404 ஆகவும், a அச்சுத் திசையில் சிவப்புக்கு 1.830 ஆகவும், மஞ்சளுக்கு 1.660 ஆகவும், பச்சைக்கு 1.490 ஆகவும் c நீல அச்சுத் திசையில் சிவப்புக்கு 1.994ஆகவும், மஞ்சளுக்கு 1.573 ஆகவும், பச்சைக்கு 1.307 ஆகவும் தோன்றும். மேலும் இதன் எதிர்பலிப்பு விழுக்காடு (reflection percentage) சிவப்புக்கு 47 ஆகவும் ஆரஞ்சுக்கு 48.5 ஆகவும், பச்சைக்கு 57.5 ஆகவும் காணப்படுகிறது.

ஊதுகுழல் சோதனை முறையில் இதனை ஆராயும்போது, மூடிய குழல் சோதனை முறையில் இதைச் சூடு செய்யும்போது மஞ்சள் நிற ஆர்செனிக் சல்ஃபைடைக் கொடுக்கும். பின்பு திண்மையான சாம்பல் நிற ஆர்செனிக் உலோகத்தின் படிகங்களைக் காணலாம்.

திறந்த குழல் சோதனையில் இது கந்தக வளிமங் களைக் கொடுத்துப் பின்பு வெண்ணிற ஆர்செனிக் மூவாக்சைடைப் படியச் செய்யும். இது நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைகிறது.

பரவல். இக்கனிமம் உலகில் பல இடங்களில் பரவ லாகக் காணப்படுகிறது. பெரும்பாலும் மற்ற வகைச் சல்ஃபைடுகளான கலினா பைரைட்டு, சால்கோ பைரைட்டு, வெள்ளித்தாது முதலியவற்றுடன் இது கலந்த நிலையில் காணப்படுகிறது. சில சமயங் களில் வெந்நீர் ஊற்றுப் படிவுகளிலும் (hot spring deposits), தொடுகை உருமாற்றப் பாறை வளாகங் களிலும் அடிக்கடித் தங்கப் படிவுகளுடன் இக் கனிமம் காணப்படுகிறது.

உலகில் ஆஸ்ட்டிரியாவில் ஸ்லஸ்பர்க் என்ற இடத்திலும், ஸ்வீடனில் சாலாவிலும் (Sala) வாஸ்ட் மான்லாந்திலும் (Vastman land) அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பிராங்கோனியாவிலும் (Franconia) நுண்படிகங்களாக அதிக அளவில் காணப்படு கிறது. ஒன்ட்டாரியாவில் (Ontario) மார்மோரா (Marmora) நகரப்பகுதியிலும் காணப்படுகிறது.

இந்தியாவில் இக்கனிமம் பலவகைப்பட்ட உலோகச் சல்ஃபைடுகளுடன் கலந்தநிலையில் காணப் படுகிறது. குறிப்பாகப் பீகார், ஹரியானா, ஜம்முக் காஷ்மீரம், கர்நாடகம், இராஜஸ்தான், உத்தி ரப் பிரதேசம், மேற்கு வங்காளம் முதலிய மாநிலங் களில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. இக்கனிமம் பரவ லாக எல்லா மாநிலங்களிலும் உலோக சல்ஃபைடு கனிமங்களுடன் கலந்து காணப்படுகிறது.

பயன்பாடு. ஆர்செனிக் தனிமத்தின் மிக முக்கிய மான கனிமம். இதிலிருந்து பூச்சிக்கொல்லி மருந் துகள், வண்ணக் கலவைகள் ஆகியவை தயாரிக்கப் படுகின்றன.

ந. சந்திரசேகரன்

நூலோதி

1. Ford, W. E., Danal's Textbook of Minerology, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Winchell, A. N., Winchell, H., Elements of Optical Minerology, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1967.
3. Krishnaswamy, S., India's Mineral Resources, Oxford & IBH. Publishing Company, New Delhi, 1979.
4. Gokhale, K. V. G. K., Rao, T. C., Ore Deposits of India, Thompson Press (India) Limited, Faridabad, 1978.

ஆர்செனோலைட்டு

ஆர்சனிக் (arsenic) தனிமத்தை உள்ளடக்கிய கனி மத்தை ஆர்செனோலைட்டு (arsenolite) என அழைப் பர். இதன் வேதியியல் உட்கூறு As_2O_3 (arsenic tri-oxide).

இது செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் (isometric system) படிகமாகிறது. மேலும் இது செஞ் சமச் சதுர எண்பட்டகங்களாகக் கிடைக்கின்றது.

இயற்கையில் திண்ணிய நிலையிலும் துகள் நிலையிலும் காணப்படுகின்றது. எண்முகப் பட்டகப் பிளவு கொண்டது. நிறமற்றோ வெள்ளை நிறத்துடனோ காணப்படுகிறது. இதன் கடினத் தன்மை 1. 5; அடர்த்தி எண் 3. 7. அலகு படிகத்தில் (units cell) 16 மடங்கு வாய்பாட்டில் உள்ள அணுக்கள் காணப்படும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் (index of refraction) 1.755 ஆகும்.

ஆர்செனிக் கனிமங்களுடன் இரண்டாம் வகைக் (secondary minerals) கனிமங்களாக இது காணப்படுகிறது. இயற்கையில் மிகவும் அரிதாகக் காணப்படுகிறது.

கலிஃபோர்னியாவில் (California) அமர்கோசா சுரங்கத்தில் (amargosa mine) அதிக அளவு காணப்படுகிறது. ஜாசிம்ஸ்டாலில் (Joachimstal), பொகிமியா (Bohenia) என்ற இடத்திலும், ஜெர்மனியிலும், பிரான்சிலும் அதிக அளவிலும் செக்கஸ்லோவாக்கியா (csechoslovakia), நாட்டில் கிளாடிட்டைட்டுடன் (claudetite) சேர்ந்தும் காணப்படுகிறது. மேலும் கலிபோர்னியாவில் ஆல்ஃபைன் (Alphine) என்ற இட்த்தில் எனார்கைட்டுடன் (enargite) இணைந்து காணப்படுகிறது.

சு. ச.

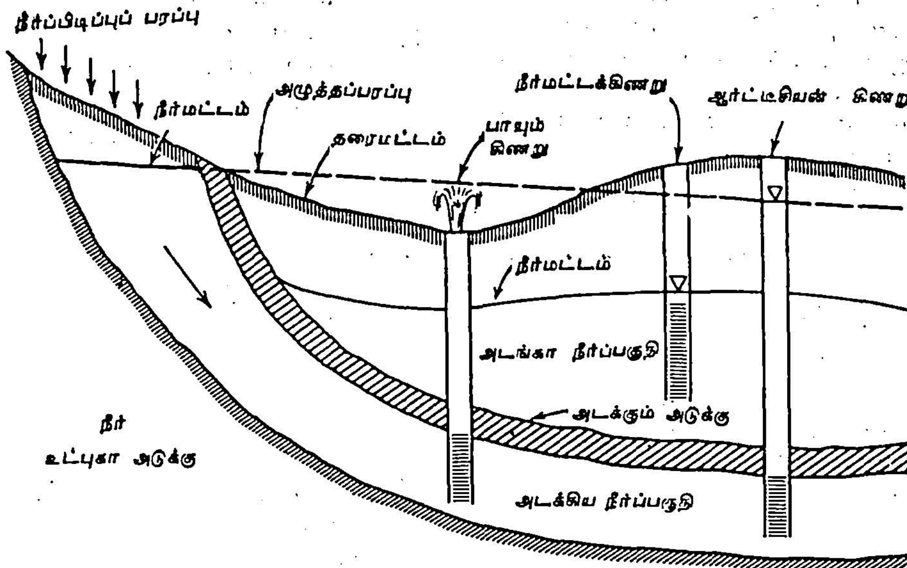
நூலோதி

1. Ford, W. E., Dana's Textbook of Minerarogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Winchell, A. N., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1968.

ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று

ஒரு தொடர்ச்சியான படிவுப்பாறை வளாகத்தில் இரண்டு நீர் புகாப் பாறைகளுக்கு இடையில் நீர் புகும் பாறைப்படிவு அகப்பட்டுக் கொண்டு, தண்ணீருக்காகத் துளையிடும்போது அந்நீர்புகும் பாறையிலிருந்து, மேல் உள்ள அழுத்தத்தால் நீர் பீறிட்டு வெளி வருவதை ஆர்ட்டீசியன் (artesian) என்றும், அவ்வாறு தோண்டப்பட்ட கிணறு ஆர்ட்டீசியன் கிணறு (artesian well) அல்லது ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று (artesian spring) என்றும் அழைக்கப்படும். இந்த ஆர்டோசிஸ் (artosis) என்ற சொல், பிரான்சு நாட்டில் உள்ள ஆர்டோசிஸ் என்ற நீர்ப்படுகை வளாகப் பகுதியைக் குறிக்கும். இவ்வூற்று முதன் முதலில் அங்கு காணப்பட்டதால் இதற்கு இப் பெயர் ஏற்பட்டது. பண்பில் இலண்டனில் (London) உள்ள ஒரு நீர்ப்படுகையும் இந்த வளாகத்தை ஒத்திருந்தது.

இந்த ஊற்று, பல வழிகளில் தோன்றுகிறது. அவையாவன, பாறை வளாகங்களில் பெயர்ச்சிப்

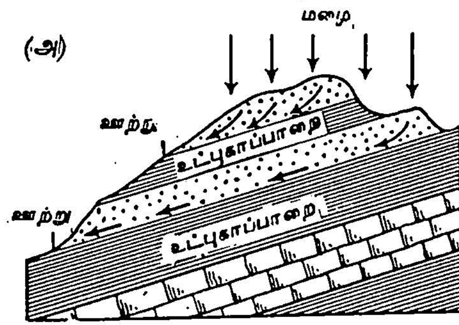


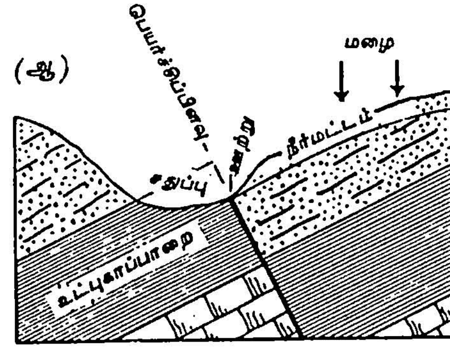
படம் 1. அடக்கப்பட்ட, அடக்கப்படாத நீர்ப்பிடிப்புப் பகுதிகள்

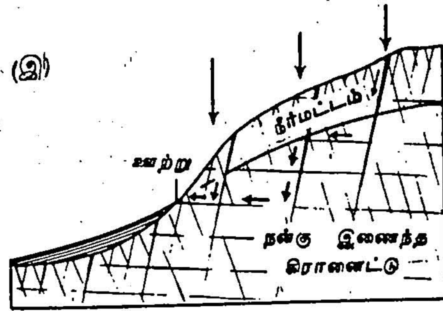
பிளவு (fault) ஏற்படும்போது நீர்புகும் பாறை மேல் நோக்கி எழும்புகிறது. பெயர்ச்சிப் பிளவால் நீர் உட்புகும் பாறை, நீர் உட்புகா இரு பாறைகளுக்கு இடையில் அகப்படுகிறது. இங்குத் தண்ணீருக்காகத் துளையிடும்போது ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுத் தோன்ற வழியேற்படுகிறது (படம் 2 ஆ).

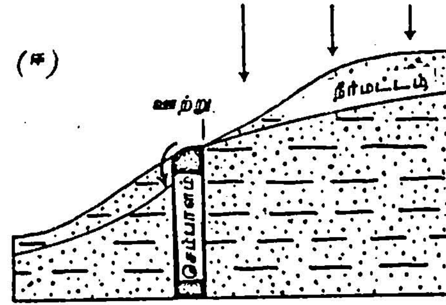
நீர் உட்புகும் ஒரு பாறை மேலும் கீழும் நீர் உட்புகாப் பாறைகளால் சூழப்பட்டால், முன்னதில் உள்ள நீரின் அழுத்தம் வளிமண்டல அழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். இங்கு தண்ணீருக்காகத் துளை யிட்டால் அதிக அழுத்தங் காரணமாக நீர் உட்புகும் பாறையிலிருந்து தண்ணீர் பீறிட்டு வந்து நிலப் பரப்பை அடையும். இதைத் தன்னியக்க ஊற்று எனக் கூறுகிறோம் (படம் 2 அ).

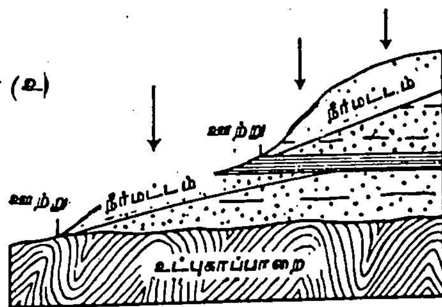
சில சமயங்களில் நீர் உட்புகும் பாறைகளுக்கு மேலமைந்த நீர்உட்புகாப் பாறைகளில் அதிக அளவு மழை பெய்வதால் அது தற்காலிகமாக நீர் உட்புகும் பாறையாக மாறுகிறது. அதனால் நிலத்தடி நீர்மட்டம்

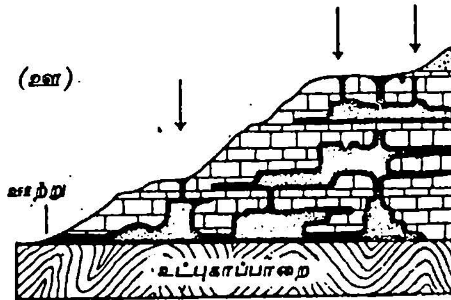




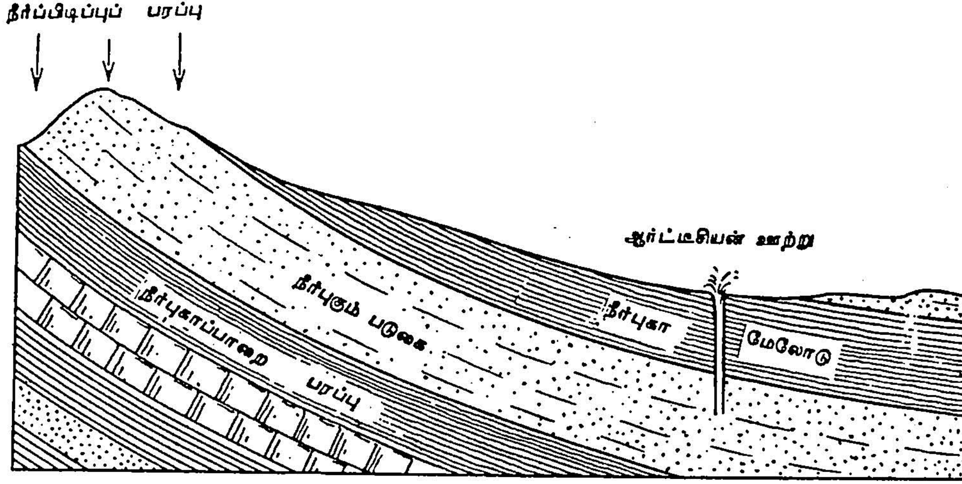








படம் 2. ஆர்ட்டீசியன் வகைகள்



படம் 3. இயற்கையில் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று நிலை தோன்றுதல்

உயரும். இந்நிலையில் தண்ணீருக்காகத் துளையிடும் போது அதில் உள்ள தண்ணீர் வளிமண்டல அழுத் தத்தைவிடப் போதுமான அளவு அழுத்தத்தில் இல்லாததால் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றாக வெளிவராது. ஆனால், மற்ற துணைக் கருவிகளைக் கொண்டு இதி லிருந்து தண்ணீரை வெளியேற்றலாம். மழையின்மை யால் நீர்ப்பிடிப்பு இல்லாத காலத்தில் இவ்வகைக் கிணறுகள் வற்றிவிடும். இச்சமயம் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகளிலிருந்து தண்ணீரைத் துணைக் கருவி களின் மூலம் வெளிக் கொணரலாம். சில சமயங் களில் நீர்நிலை அழுத்தம் (piexometric pressure) நீர் உட்புகு பாறைகளின் அடிமட்டத்திற்குச் செல் லும்போது நீர்உட்புகும் பாறை உட்புகாப்பாறை யாக மாறுவதால் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று மறைய வாய்ப்பு உள்ளது.

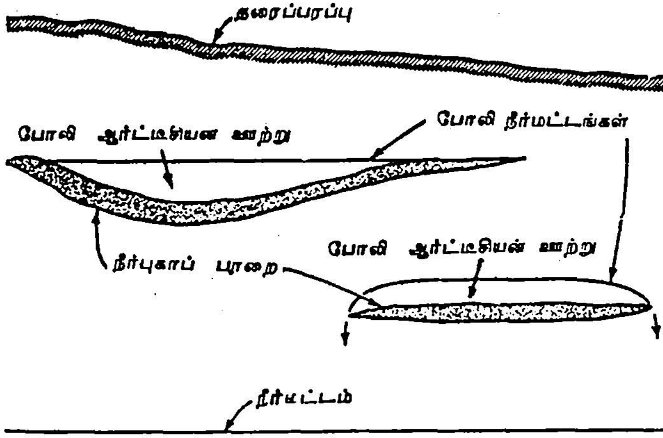
ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுத் தோன்ற அடிப்படைக் காரணங்களாவன, ஒரு பரந்த ஆழ்நிலச் சரிவமைப் புடைய (synclinal) நீர் உட்புகும் பாறைகளின் மேலும் கீழும் நீர் உட்புகாப் பாறைப்படுகைகள் சூழப்பட்டிருத்தல், நீர்ப்பிடிப்புப் பகுதியில் நீர் உட் புகுபாறைகள் புவியின் மேல் பரப்பில் தேவையான அளவு அமைதல். அதில் போதுமான அளவு மழை நீர்ச் சரிவூடே உட்புகுதல், நீர்ப்பிடிப்புப் பகுதியில் தொடர்ந்து நீர் உட்புகப் போதுமான அளவு மழை தொடர்ந்து பொழிதல், நீர் பாறைகளில் உட்புகுந்த பின் உடனடியாகக் கிணறுகளின் வழியோ, பெயர்ச் சிப்பிளவு வழியாகவோ வெளியேற வாய்ப்பு இல்லா மல் இருத்தல் ஆகியவையாகும்.

ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று என்ற பெயர் நீர்மட்டம் நிலமட்ட அளவிற்கு உயர்ந்து வரக்கூடிய ஆழ் கிணறுகளுக்கும் வழங்கப்படுகிறது. இவ்வகையில் இயல்பான ஊற்றுப்போல் நீர் நிலத்துக்கு மேலே எழாது.

சில சிறப்பு வகையான நீர் உட்புகாப் பாறைகள் போலி ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகள் (perched artesians) என அழைக்கப்படுகின்றன. சிலவகை களிமண்ணும் (clay), களிமட் பாறைகளும் (slatey rocks) அவற்றி டத்தே உள்ள நுண்துளைகளில் நீரைத் தேக்கி வைத் திருக்கும். ஆனால் இந்நுண் துளைகள் மூலம் நீரைக் கடத்தாது இவ்வகையான களிமண், களிமட் பாறை கள் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்பு ஒரு குழி வில்லை யைப் ('e's) போன்று புவியில் அமைந்து இருந்தால் அந் நிலப்பரப்பில் பொழியும் மழை நிலத்தடியில் உறிஞ்சப்பட்டு இவ்வகைக் களி குழிவில்லையைப் (clay lens) போன்ற அமைப்பில் தேங்கும். இவ்வகைக் கட்டமைப்பு நிலையான நிலத்தடி நீர்மட்ட (perma- nent water table level) அளவுக்கு மேல் நீர் உட் புகாப் பாறைப்படிவுக்கிடையில் இருக்கும். நீருக்காக நிலத்தில் துளையிடும்போது இவ்வகைக் கட்டமைப்பு எதிர்ப்பட்டால் அதில் நிலையான ஊற்றுப் பெருக வாய்ப்பு இல்லை.

ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகள் படிவுப்பாறை வளா கத்தில் மட்டும்தான் தோன்றும் என்பதில்லை. அனற் பாறையின் மேல் பக்கம் சுமார் 35 மீ ஆழம் வரை வானிலை மாற்றத்திற்கு உட்பட்டுத் தக்க வேதியியல் சிதைவு ஏற்படுவதாலும் (chemical weathering) அப் பாறைகளில் உள்ள பெயராப்பிளவு (joints), பெயர்ச் சிப்பிளவு (faults) மடிப்புகளில் (folds) சில இடங் களில் ஆரச் செம்பாளப் பாறை, சுழற் பாறைகளில் ஊடுருவுவதாலும் (படம் இ,ஈ), அச்சுழல் சிதைந்து அவற்றில் நீர் தேங்க ஏற்ற வசதி ஏற்பட்டு அங்கு ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகள் (artesian) தோன்றும் வாய்ப்பு நிலவுகிறது. ஆனால் இயற்கையில் படிவுப் பாறைகளில்தாம் (sedimentary) அதிக அளவு ஆர்ட் டீசியன் ஊற்றுகள் தோன்றும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

இந்தியாவில் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகள் கங்கைச் சமவெளிப் பகுதிகளிலும், தென் மாநிலங்களில் கட லோரப் பகுதிகளிலும், நெய்வேலி பழுப்பு நிலக்கரிச்



படம் 4. போலி ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று விளக்கப்படம்

சுரங்கப் பகுதிகளிலும் பரவலாகக் காணப்படு கின்றன.

சு.ச

நூலோதி

1. Todd, D.K., Ground Water Hydrology, Willey International Edition, Toppan Company Ltd., Tokyo, Japan, 1959.
2. Holmes, A., Holmes, D.L., Holmes Principles of Physical Geology, Third Edition, ELBS, Great Britain, 1978.

ஆர்ட்டிமியா

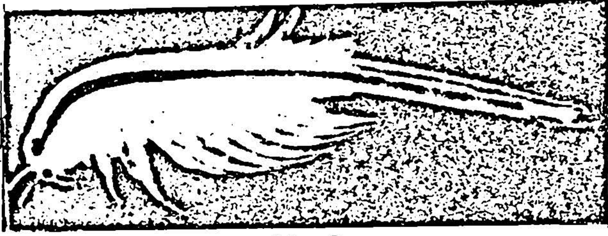
கணுக்காலிகளின் (crustaceans) இனத்தைச் சேர்ந்த ஆர்ட்டிமியா (artemia) சிறிய உயிரினமாகும். கடல் மீனினங்களின் வளர்ப்பு ஆய்வில், மிகவும் முக்கியத்து வம் பெற்றுள்ள இவ்வுயிரி எளிதில் பிடித்துக் கையாளத் தக்கது. தான் வாழும் சூழ்நிலைகளில் ஏற்படக்கூடிய பல்வேறு மாறுதல்களைப் பெருமள விற்குத் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடியது. கிடைப்பதை உண்ணக் கூடியது; நெருக்கம் மிகுந்த அடர்த்தியாக இருந்தாலும் நன்கு வளரும் தகவமைப்புடையது; புரதச் சத்து அதிகமுடையது; சக்தி மாற்றும் திறன் அதிகமுடையது; விரைவில் இனப்பெருக்கம செய்வது; அதிகமாக முட்டைகளிடுவது; வாழ்வுக் காலமும் அதிகமானது. இத்தகைய குண நலன்களால் இது மிக முக்கிய இயற்கை மீனுணவாக உள்ளது. உலகில் ஏறத்தாழ 170 இடங்களில் ஆர்ட்டிமியா காணப்படு கின்றது. உப்பளங்களிலும், உப்பாறுகளிலும் காணப் படுகிறது. தமிழகத்தில் தூத்துக்குடி, மரக்காணம், கோடிக்கரை முதலிய பகுதிகளின் உப்பளங்களில் ஆர்ட்டிமியா மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இது உலகம் முழுவதும் பரவி இருப்பினும், சோவியத் நாடு, பிரான்சு, இத்தாலி, ஸ்பெயின், போர்ச்சுக்கல், பல்கேரியா, ஆப்பிரிக்கா, ஈரான், ஈராக், இஸ்ரேல், ஜப்பான் ஆகிய நாடுகளில் பெருமளவிற்குக் காணப் படுகிறது.

இதன் பொதுப் பெயர் கடற் குரங்கு என் பதாகும். நீண்ட வால் பகுதியைக் கொண்டிரு பதால் கோடிக்கரைப் பகுதி மக்களிடையே இது வால்பூச்சி என்னும் காரணப் பெயரையும் பெற் றுள்ளது. ஆர்ட்டிமியாவில், ஆண் பெண் வேறுபாடு உண்டெனினும் அவற்றின் இன விகிதம் விநோத மானது. பெண் ஆயிரம் என்றால், ஆண் ஒன்று தான். ஆர்ட்டிமியா பெறும் உச்சநிலை வளர்ச்சி 1.3 செ. மீட்டர் ஆகும்.

ஆர்ட்டிமியா, 3.5% முதல் 200%° வரையுள்ள உப்புத் தன்மையையும் தாங்கக் கூடியது. இது போன்று, 0.2 மி.மீ. முதல் 0.3 மி. மீ. விட்டமும் காற்றில் பறக்கக்கூடிய அளவுக்குக் கனமற்றதா கவும் உள்ள இதன் முட்டைகள், 27.3° முதல் 100° செல்சியஸ் வரையான கொதிநிலை வெப்பத்தைக் கூடத் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடியவை. காப்புறை பெற்ற இம்முட்டைகளைப் பறவைகளாலும் சீரணிக்க முடியாது. எனவே, இவை காற்றாலும், நீராலும் மட்டுமல்லாமல் பறவைகளாலும் விதைகள் போல் பரவுகின்றன. உலர வைத்துச் சேமித்த ஆர்ட்டிமியா முட்டைகள் பல வருடங்களுக்குப் பின்னும் குஞ்சு பொரிக்கக் கூடிய தன்மையுடையன.

ஆர்ட்டிமியா முட்டைகளில், கருவின் வளர்ச்சி ஏற்கனவே தொடங்கியிருக்கும், ஆனால், சூழ்நிலை ஏற்றதாயிராத போது, அவற்றின் வளர்ச்சி தற்காலி கமாக நின்றிருப்பதால், ஆர்ட்டிமியா முட்டையை, உறங்கும் கரு எனலாம். இத்தகைய முட்டைகள், ஏற்ற ஆக்சிஜனையும் (2.-8 பி.பி.எம்) கொண்ட நீரில் வளர்ச்சியைத் தொடர்கின்றன. அவ்வாறு தொடரும்போது, முட்டைகளிலிருந்து 24 முதல் 48 மணி நேரங்களில் நாப்ளியஸ் (Nauplius) எனும் இளம் உயிரிகள் வெளிவரும். அவை ஒவ்வொன்றும், ஏறத்தாழ 0.4. மி.மீ. நீளமும், 0.002 மி. கிராம் எடையுமிருக்கும். ஒரு கிராம் எடையுள்ள முட்டை களிலிருந்து இலட்சத்துக்கும் மேலான இளம் உயிரி கள் வெளிப்படுகின்றன. ஆர்ட்டிமியாவுக்கு உண வாகக் குளோரெல்லா (Chlorella), டியூனேலியெல்லா (Dunaliella), ஸ்பைருலைனா (Spirulina) போன்ற தாவரவுயிர்களைப் பொடியாக்கியும், பதப்படுத்தியும் தரலாம். விலை மலிவான அரிசித் தவிட்டை, (Rice bran) மேலும் பொடி செய்து ஒரு லிட்டர் கடல் நீருக்கு 100 கிராம் பொடி செய்த தவிட்டுத் தூள் என்ற அளவில் கலந்தும் தரலாம். இத்தகைய நல்லுண வால், 10-12 நாள்களில் இவை முழு வளர்ச்சியும்,

இன முதிர்ச்சியும் பெறும். இக்காலங்களில் நீரின் உப்புத்திறன் 30 முதல் 50 பி.பி. டியும், வெப்பநிலை 25°-30° செலிசியசும் ஆக்சிஜன் 5 பி.பி.எம் முக்குக் குறையாமலும், அமமோனியா 90 பி.பி. எம்முக்கு மிகாமலும் இருத்தல் நன்று.



ஆர்ட்டிமியா

இனச்சேர்க்கைக்குப் பின்னர், பெண் ஆர்ட்டிமியா, நீரின் உப்புத்திறன் ஏற்ற அளவில் இருந்தால் லார்வாக்களையும், அதிக அளவில் இருந்தால் 50 லிருந்து 200 முட்டைகளையும் புறத்திடும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் நாப்ளியஸ் என்னும் இளம் உயிரியில் கொழுப்புச் சத்து அதிகமாக (23.2%) உள்ளது. பின்னர், ஒவ்வொரு வளர்ச்சிக் கட்டத்திலும் கொழுப்புச் சத்து குறைந்து இனச்சேர்க்கைக்கான முதிர்ச்சி பெறும் பருவத்துக்குச் சற்று முன்னர் 7.0 விழுக்காடாகக் குறைந்துவிடுகின்றது. ஆனால், இதற்கு மாறாக. புரதச் சத்து 42.5 இலிருந்து 62.78 விழுக்காடாக உயர்வது குறிப்பிடத்தக்கது.

சத்துக்கள் நிறைந்த நுண்ணிய உயிரினமான தாலும், எந்நேரமும் குறைந்த அளவு உப்புத்திறன் உள்ள நீரில் முட்டைகளைப் போட்டு இளம் உயிரிகளை உற்பத்தி செய்து கொள்ளக்கூடுமானதாலும், கடலுயிரியல் வளர்ப்பாய்வாளர்கள் இறால், நண்டு, சிங்கிறால் முதலிய உயிரினங்களின் இளமை வளர்ச்சிப் பருவங்களுக்கு ஏற்றதொரு உணவாக ஆர்ட்டிமியா லார்வாக்களையே 99 விழுக்காடு உணவாகத் தருகின்றனர். இதனால் ஆர்ட்டிமியா முட்டைகளின் விலை, கிலோவுக்கு ரூ. 600 க்கும் மேல் உள்ளது.

ஆர்ட்டிமியா முட்டைகளை, வேண்டுவோருக்கு வழங்க விற்பனை நிலையங்கள் உள்ளன. இருப்பினும் தற்போதைய தேவையளவுக்கு முட்டைகள் சேகரிக்கப்படுவதும், உற்பத்தி செய்யப்படுவதும் இல்லை. பெருமளவான ஆர்ட்டிமியா வளர்ப்பில் (mass culture) தற்போது சோவியத்து நாடும் ஜப்பானும் ஈடுபட்டுள்ளன. இங்கு இவற்றின் பிழைப்புத் திறன் சிறப்பாக (90%) உள்ளது. சோவியத்து நாட்டில் ஆர்ட்டிமியாவின் உற்பத்தித் திறன் ஆண்டொன்றுக்கு, ஒரு ஹெக்டர் பரப்புக்கு 250 முதல் 3,000 கிலோ என்பது நம்மை வியப்புக்குள்ளாக்குகின்றது. ஆர்ட்டிமியா பற்றிய விவரங்களைத் தெரிவிக்க உலக அளவிலான மையம் ஒன்று பெல்ஜியத்தில் ஏற்படுத்தப் பட்டுள்ளது. நமது நாட்டிலும் ஆர்ட்டிமியா பற்றிய ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன. வளர்ப்பு முறையும் நன்கு அறியப்பட்டுள்ளது.

வெ. சுந்தரராஜ்

நூலோதி.

1. Barnes, R. D., Invertebrate Zoology, W. B. Saunders & Co., London 1974.

2. Hyman, L. H., The Invertebrates, Mc-Graw Hill Book Company, New York, 1955.

ஆர்டுவார்க்

ஆப்பிரிக்காவின் பெரும்பகுதியில் காணப்படும் ஆர்டுவார்க் (Aardvark) என்ற எறும்புத்தின்னி விலங்கை நிலப்பன்றி (earth-pig) என்றும் கூறுவர். சகாராப் பாலைவனத்திற்குத் தெற்கே மழைமிகு காடுகள் தவிர அனைத்துப் பகுதிகளிலும் இவை வாழ்கின்றன. வெப்ப மண்டலப் புல்வெளிகளில் குறிப்பாக மென்மணற் பகுதிகளில் இவை அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இதன் உயிரியல் பெயர் ஆரிக்டெரோபஸ் அஃபெர் (*Orycteropus affer*) என்பது. இது நிலத்தில் குழி தோண்டி வாழ்கிறது. வால் உட்பட இதன் உடல் ஆறடி நீளமும் இரண்டடி உயரமுமிருக்கும். இது பருமனான உடலுடையது; வளைந்த முதுகுடையது. தடித்த தோலில் ஆங்காங்கு மயிர்கள் காணப்படுகின்றன. தலை பன்றியினுடையதைப் போல் நீண்டு, குறுகியுள்ளது. காதுகள் கழுதையின் காதுகளைப்போல் நீளமானவை. பாதங்களில் வலிய கூர்நகங்கள் (claws) உள்ளன. முன்னங்கால்களில் ஐந்து கூர்நகங்களும் பின்னங்கால்களில் நான்கும் உள்ளன.

ஆர்டுவார்க்கின் வலிய கால்களும் கூரிய நகங்களும் வெகுவேகமாக நிலத்தில் வளை (burrow) தோண்ட உதவியாக அமைந்துள்ளன. வளையில் இருக்கும்போது இதற்கு இடையூறு ஏற்பட்டால் கண்ணிமைக்கும் நேரத்தில் இது வெகுவேகமாக வெளியேறி வேறொரு வளையைத் தோண்டிப் பதுங்கிக் கொள்கிறது; தோண்டும்போது பின்னங்கால்களையும் வாலையும் தரையில் ஊன்றிக்கொண்டு முன்னங்கால்களால் தோண்டிய மண்ணைத் தள்ளி விடுகிறது.

இது வாழும் வளை தரைக்கடியில் நீளமாகவும் முடிவில் ஒரு தூங்கும் அறையும் கொண்டது. இவ்விலங்கு தன் வளையினுள் எளிதாக நடமாட முடியும். ஒவ்வொரு விலங்குக்கும் இரண்டு மூன்று தனித்தனி வளைகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றுக்கும் இடையில் சில கி. மீ. இடைவெளி இருக்கும். இவ்

விலங்குகளால் பயன்படுத்தப்படாமல் ஒதுக்கப்பட்ட பாழடைந்த வளைகளில் மற்ற விலங்குகள் வாழ்வ துண்டு, இது இரவில் நடமாடும் இயல்புடையது.

கறையான்களே இதன் முக்கிய உணவு. கூர் நகங்கள் கறையான் புற்றுகளைச் சிதைப்பதில் பெரி தும் உதவுகின்றன. கறையான் புற்றின் சுவரை உடைத்து, அப்போது அங்குமிங்கும் கலைந்து ஓடும் கறையான்களை உண்ணுகிறது; அதன் நீண்ட நாக்கைப் புற்றினுள் செலுத்தித் துழாவும்போது கறையான்கள் அதில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. கறை யான்களிலிருந்து பாதுகாக்கும் அமைப்புகளாக மூக்குத்துளைகள் மூடக்கூடிய அமைப்பும் தடித்த தோலும் தடித்த மயிர்களும் இதற்குள்ளன. கறை யான்களை மட்டுமன்றிப் பூச்சிகளையும், பழங்களை யும் இது உண்பதுண்டு. ஆனால் எறும்புகளை உண்பதில்லை.

ஆர்டுவார்க் பொதுவாக ஒரு நேரத்தில் ஒரே குட்டி ஈன்றாலும் அரிதாக இரண்டு குட்டிகள் போடுவதுண்டு. தாய் விலங்கு கோடைக்காலத்தில் வளையினுள் ஈன்றெடுக்கும் குட்டி இரண்டு வார காலம் வளையைவிட்டு வெளிவராமலே வாழ்கிறது. பிறகு உணவு தேடச் செல்லும்போது தாயுடன் வெளியே செல்கிறது. அடுத்த இரு மாதங்களுக்குத் தாய் விலங்குடன் குட்டி வெவ்வேறு வளைகளுக்குச் செல்கிறது. ஆறு மாதமான குட்டியால் தனியாக வளை தோண்டிக் கொள்ள இயலும்.



ஆர்டுவார்க்

நாய், மலைப்பாம்பு, சிறுத்தை முதலிய வேட்டை யாடும் விலங்குகளிடமிருந்தும் மனிதர்களிடமிருந்தும் இது தன்னைக் காத்துக்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. தொல்லை ஏற்படும்போது கங்காருபோலப் பின்னங் கால்களையும் வாலையும் நிலத்தில் ஊன்றி உட் கார்ந்து உன்னிப்பாகக் கவனிக்கிறது. ஆபத்து நெருங்கும்போது இது அதிவிரைவில் ஓடிச்சென்று வளைக்குள் பதுங்கிக்கொள்கிறது, அல்லது வியத்தகு வேகத்துடன் புது வளையொன்றைத் தோண்டி அத னுள் மறைந்து கொள்கிறது. தப்ப முடியாமல் இக் கட்டான நிலையில் சிக்கிக்கொள்ளும்போது பின்னங்கால்களையும் வாலையும் பயன்படுத்தித் திருப்பித் தாக்குகிறது. சில நேரங்களில் முதுகுப் பகுதி தரையில் படும்படி உருண்டு படுத்துக்கொண்டு நான்கு கால்களாலும் தாக்குவதுண்டு. வெகுவேக மாக ஓடும் ஆற்றலும் குழிதோண்டும் இயல்புமே இதன் தற்காப்புக்கு உதவுகின்றன. இதன் தலையில் மிக மெதுவாக அடிபட்டாலும் இது இறந்து விடு கிறது.

இவ்விலங்குகளில் வெட்டும் பற்களும் கோரைப் பற்களும் இல்லையாதலால் முதலில் இவை ஈடென் டேட்டா (Edentata) வரிசையில் ஆர்மடில்லோக் களுடனும் (Armadillo), ஸ்லாத்களுடனும் (Sloths) சேர்க்கப்பட்டன. ஆனால் தற்போது டியூபுலிடேன் டேட்டா (Tubulidentata) என்னும் வரிசையில் ஆரிக் டெரோப்பிடே (Orycteropidae) என்னும் குடும்பத் தில் இடம்பெறுகிறது. இவ்வரிசையில் ஆர்டுவார்க் மட்டுமே அடங்குகிறது. இதன் பற்களின் நடுவில் அமைந்துள்ள குழல் போன்ற அமைப்பே டியூபுலி டென்டேட்டா என்னும் வரிசைப் பெயர் அமையக் காரணமாயிற்று. மேலும் பற்களில் வேர், சிகரம் போன்ற பகுதிகள் இல்லை.

இவ்விலங்கின் புதைபடிவங்கள் வட அமெரிக்கா ஆசியா, ஐரோப்பா மற்றும் ஆப்பிரிக்காவின் பல பகுதிகளில் கண்டெடுக்கப்பட்டாலும், மற்ற விலங்கு களுடன் இதற்குள்ளதொடர்பு பற்றியோ படிமலர்ச்சி உறவு (evolutionary relationship) குறித்தோ திண்ண மான கருத்துகள் இல்லை.

கௌ. ஜெ.

நூலோதி

1. Felix, J., "Animals of Africa", Hamlyn, London, 1981.

ஆர்டுவுல்ஃப்

இது தெற்கு, கிழக்கு ஆப்பிரிக்கப் பகுதிகளில் காணப் படும் ஓர் ஊனுண்ணி விலங்காகும். ஆர்டுவுல்ஃபின் (Aardwolf) விலங்கியல் பெயர் **புரோட்டீலஸ் கிரிஸ்ட் டேட்டஸ்** (*Proteles cristatus*) என்பது. ஆப்பிரிக்க மொழியில் ஆர்டுவுல்ஃப் என்னும் சொல் நில ஓநாய் (Earth wolf) எனப் பொருள் தரும். இவ்விலங்கு பகல்பொழுதைப் பெரும்பாலும் இயற்கையாக அமைந்த பாறை இடுக்குகளிலோ, நிலத்திற்கடியில் தோண்டப்பட்ட குழிகளிலோ கழிக்கிறது. இது இரவில் வெளியில் வந்து நடமாடும். இதனால் தோண்டப்படும் வளை 8 மீ. முதல் 10 மீட்டர்

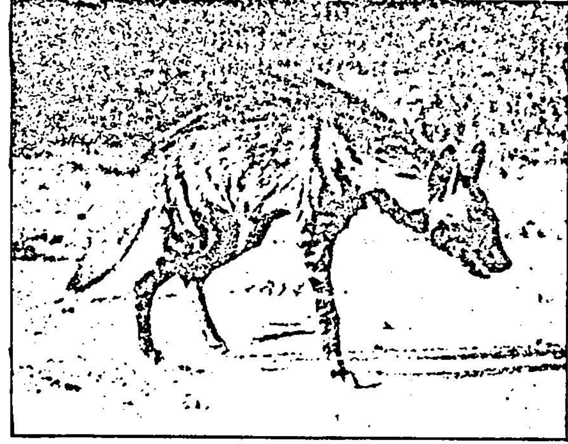
வரை நீளமுடையது; பல திசைகளிலும் பிரிந்து அமைந்த இரண்டு, அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கிளைகளைக் கொண்டது. வளையின் ஒரு பகுதியில் மீட்டர் விட்டமுள்ள தூங்கும் அறை (sleeping chamber) ஒன்று உள்ளது. பொதுவாக ஒரு வளையில் ஒரே ஒரு விலங்கு மட்டுமிருந்தாலும் பல பெண் விலங்குகள் அவற்றின் குட்டிகளுடன் ஒரே வளையில் சேர்ந்து வாழ்வதும் உண்டு.

ஆர்டுவுல்ஃப் தோற்றத்தில் கழுதைப் புலியை (hyaena) ஒத்தது. உடலின் மேல்தோல் மஞ்சள் கலந்த சாம்பல் நிற மயிர்களடர்ந்து காணப்படு கிறது. உடலில் குறுக்கு வாட்டத்தில் கருநிறப் பட்டைகள் உள்ளன. கால்களில் முழங்காலுக்குக் கீழ்ப்பகுதி முற்றிலும் கருநிறமானது. கழுத்திலும் முதுகுப் பகுதியிலும் உள்ள மயிர்கள் மற்ற பகுதி களில் உள்ளவற்றைவிட நீளமானவை. இம்மயிர்கள் பொதுவாக உடலோடு படிந்த நிலையில் காணப் பட்டாலும், விலங்கு அச்சுறுத்தப்பட்டால் உடல் சிலிர்த்து மயிர்கள் செங்குத்தாக நிமிர்ந்து நிற்கும். இதன் நீண்ட கரிய முகவாய்ப் பகுதியில் மயிர்கள் இருப்பதில்லை. வால் மயிர்களடர்ந்தது; நுனிப்பகுதி கரிய நிறமுடையது. முன்னங்கால்களில் ஐந்து விரல்களுள்ளன. இதன் பற்களும் தாடைகளும் வலுவற்றவை.

ஆர்டுவுல்ஃப் பொதுவாகக் கறையான்களையே (termites) உண்டு வாழ்கிறது. ஆனால் கறையான் புற்றுகளை உடைப்பதற்கேற்ற வலிய கூர்நகங்கள் (claws) இல்லை. எனவே இது மென்மணற்புற்று களைக் கலைத்து, அவற்றிலுள்ள கறையான்களை யும் தரைமேல் காணப்படும் கறையான்களையும் வியக்கத்தகுந்த வேகத்தில் உட்கொள்கிறது. கறை யான்களுடன் மண்ணும் புற்களும் கூடக் கலந்துவிடு கின்றன. கறையான்கள் கிடைக்காதபோது வண்டுகள் பிற பூச்சிகள், தரையில் கூடுகட்டி முட்டையிடும் பறவைகளின் முட்டைகள் ஆகியவற்றை உண்ப துண்டு. இவ்விலங்கின் கோரைப்பற்கள் (canine teeth) நன்கு வளர்ச்சியடைந்தவை. கடைவாய்ப் பற்கள் மிகச் சிலவே; அவையும் வலிமை குறைந் தவை.

இவை நவம்பர் மாதத்திலிருந்து டிசம்பர் வரை இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கருவளர் காலம் (gestation period) 90 இலிருந்து 110 நாள்கள் ஆகும். பெண் விலங்கு ஒரு முறையில் இரண்டி லிருந்து நான்கு குட்டிகள் வரை ஈனும். குட்டிகள் கண்திறவா நிலையில் பிறக்கின்றன.

ஆர்டுவுல்ஃப் கழுதைப்புலியைப் பெருமளவு ஒத்திருப்பதால் மனிதர்கள் இவற்றைக் கழுதைப்புலி என்று தவறாக நினைத்து வேட்டையாடிவிடு கின்றனர். இவற்றின் இயற்கையான எதிரிகள் மலைப் பாம்புகள், சிங்கம், சிறுத்தைப்புலி ஆகியவையே. தற்காப்புக்காக இவை கோரைப்பற்களின் உதவி யுடன் அவற்றை எதிர்த்துப் போராடுகின்றன; கடும்நாற்றம் வீசும் நீர்மத்தைச் சுரப்பதுமுண்டு.



ஆர்டுவுல்ஃப்

ஆர்டுவுல்ஃப், பாலூட்டிகள் (mammalia) வகுப் பில் ஊனுண்ணிகள் வரிசையைச் (carnivora) சேர்ந்தது. முதலில் புரோட்டீலிடே (proteleidae) என்ற தனிக் குடும்பத்தில் வைக்கப்பட்டது. ஆனால் தற்போது கழுதைப்புலிகளுடன் ஹையானிடே (hyaenidae) குடும்பத்திலேயே சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

கௌ. ஜெ.

நூலோதி

1. Felix, J., 'Animals of Africa', Hamlan, London, 1981.

ஆர்டோவிசியக் காலம்

நிலஇயலில் (geology) ஆர்டோவிசியன் (ordovician) என்ற பெயர் 1873 ஆம் ஆண்டு சார்லஸ் லேப் வொர்த்து (Charles Lapworth) என்ற நில இயல் வல்லுநரால் சூட்டப்பட்டது. வடமேற்கு இங்கி லாந்துப் பகுதியில் உரோமானியர்களின் ஆக்கிர மிப்புக்கு முன்பு வாழ்ந்த ஆர்டோவிசஸ் (Ordovices) என்னும் கெல்ட்டிக் பழங்குடி (celtic tribe) மக்களை மனத்தில் கொண்டு இப்பெயரை அவர் சூட்டி னார். ஆர்டோவிசியக் காலக்கட்டம் (orodvician period), 500 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தொடங்கி 60 மில்லியன் ஆண்டுகள் நீடித்தது. அக் காலத்திய வடஅமெரிக்கப் பகுதிகளில் எரிமலைப் பாறைகள் (volcanic rocks) நிறைந்து காணப்பட்டன. இப்படிவுகளில் மணல், வண்டல் படிவு, உறைந்து போன எரிமலைக் குழம்பு, சாம்பல் படிவுகளிடையே ஆங்காங்கே அக்காலத்தில் வாழ்ந்து மறைந்த உயிரி களின் புதைபடிவங்களும் காணக் கிடைக்கின்றன.

ஊழி Era	காலம் Period	கால அளவு (மில்லியன்	தொடங்கிய காலம் ஆண்டுகளில்)
	பெர்மியன் Permian	55	280
	பென்சில்வேனியன் Pennsylvanian	30	310
தொல்லுயிர் ஊழி Paleozoic	கார்பானிபெரஸ் Carboniferous		
	மிசிசிபியன் Mississippian	35	345
	கார்பானிரெஸ் Carboniferous		
	டிவோனியன் Devonian	50	395
	சைலூரியன் Silurian	45	440
	ஆர்டோவிசியன் Ordovician	60	500
	கேம்பிரியன் Cambrian	100	600

ஆர்டோவிசியக் காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரிகள். இக்காலத்தில் கடல் நீரால் தோன்றிய முதுகெலும் பற்ற உயிரிகளே மிக அதிகமாகப் படிமலர்ச்சி பெற்றுப் பல்வேறு வகைகளாகக் காணப்பட்டன. முதுகெலும்புள்ள உயிரிகளின் புதைபடிவங்கள் (vertebrate fossils) மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. ஆனால் சோவியத்து நாட்டில் லெனின்கிராடுக்கு அருகில்மட்டும் கடினமான எலும்பாலான புறச் சட்டகப் பகுதி ஒன்று காணப்பட்டது. தொடக்ககாலத் தண்டுடையன (early chordates), கெட்டியான எலும்புப் பகுதி இன்றி மென்மையான தசையாலான உடலைக் கொண்டிருந்தமையே அதற்குக் காரணம் ஆகும். அப் படிவங்கள் பெரும்பாலும் கடற்கரையோரங்களில் தான் காணப்பட்டன. இக்காலத்தில் தோன்றிய என்புத்தோலிகள் (ostracoderms) வகையைச் சேர்ந்த ஹெட்டிரோஸ்ட்ராச்சன் (heterostrachans) மீன் வகைகள் கடலில் வாழ்ந்தவை. அவை கடற்கரை ஓரங்களிலும், குறைந்த ஆழமுள்ள நீர்ப்பகுதிகளிலும் காணப்பட்டன. அதேபோல் நன்னீர்ப் பகுதியில் காணப்பட்ட படிவங்களும் கடல் நீருக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டன. என்புத்தோலிகள் பெரும்பாலும் அதிகமாகக் கொலரடோ (Colorado), தெற்கு டகோட்டா (South Dakota), அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் காணப்பட்டன. இவற்றில் செவுள்கள் (gills) சுவாச உறுப்புகளாக விளங்கின.

இக்காலத்தில் நில உயிரிகளின் படிவங்கள் காணப்படவில்லை. பவளங்கள் (corals) தோன்ற ஆரம்பித்தன. முக்கூற்றுடலிகள் (trilobites) தங்கள் பரிணாம உச்ச நிலையிலிருந்தன. கைக்காலிகள் எனப்படும் பிராக்கியோப் போடுகளும் (brachiopods) கிராப்டோலைட்டுகளும் (graptolites) அதிகமாகக் காணப்பட்டன. நத்தை, நாட்டிலஸ் (nautilus) போன்ற மெல்லுடலிகள் (molluscs) தோன்ற ஆரம்பித்தன. முள்தோலிகள் (Echinoderms) அதிகமாகக் காணப்பட்டன. தலைக்காலிகள் (cephalopods) படிமலர்ச்சி முன்னேற்றம் கொண்டிருந்த காலம் அது, குறிப்பாக வேகமாக நீந்திச் சென்று பிற உயிரினங்களைப் பிடித்துண்ணும் தலைக்காலிகள் அதிகமாகக் காணப்பட்டன.

ஆர்டோவிசியக் காலக்கட்டத்தின் தொடக்கத்தில் டிரைலோஃபைட்டுகள் வெகுவேகமாகப் படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள் பெற்றுப் புதிய குடும்பங்கள் (families) தோன்றின. கைக்காலிகளும் அவ்வாறே ஆர்டோவிசியன் காலத் தொடக்கத்தில் படிமலர்ச்சியுற்றன. பிரையோசோவன்கள் (bryozoans) ஆழங்குறைந்த கடல் பகுதிகளில் நிறைந்து காணப்பட்டன. நேரான, வளைந்த அல்லது சுருளான (coiled) ஓடுகளைக் (shells) கொண்ட தலைக்காலி மெல்லுடலிகள் ஆர்டோவிசியக் காலம் முழுதும், கலப்பைக்காலி மெல்லுடலிகள் ஆர்டோவிசியன் காலக்கட்டத்தின் பிற்பகுதியிலும் அதிகமாகக் காணப்பட்டன. நட்சத்திர மீன்கள் (star fishes), மகுட முள்தோலிகள் (crinoids) ஆகிய முள்தோலி வகைகள் வாழ்ந்தன. பவளங்களும் பிரையோசோவன்களும், கடற்பஞ்சுகளும் (sponges) காணப்பட்டன. கைட்டின் (chitin) போன்ற பொருளால் ஆன பகுதிகளைக் கொண்ட கிராப்டோலைட்டுகள் படிமலர்ச்சி பெற்றுத் திகழ்ந்தன. இவை தவிரப் புழுக்களின் தாடைகளும் (jaws), கோனோடான்ட்டுகளும் (conodonts) அதிகமாகக் காணப்பட்டன.

பல்வகைப்பட்ட பாறைகளிலும் பரவி நிறைந்து காணப்படும் புதைபடிவங்களே பாறை அடுக்குகளைப் பகுத்து ஆராய உதவுகின்றன. அவற்றின் கடினமான பகுதிகள் பாறைகளிலிருந்து பிரித்தெடுத்து ஆராய்வதற்கேற்றவாறு அமைந்திருக்க வேண்டும். ஆர்டோவிசியக் காலத்துப் பாறைகள் பிராக்கியோப் போடுகள், முக்கூற்றுடலிகள் ஆகிய உயிரிகளின் புதைபடிவங்களின் துணை கொண்டு இவ்வாறு ஆராயப்படுகின்றன. இவ்வுயிரிகள் வாழ்ந்த பகுதிகளில் நாட்டிலாய்டு தலைக்காலிகளும் (nautiloid cephalopods), வயிற்றுக்காலிகளும் (gastropods) வாழ்ந்தன. ஆர்டோவிசியக் காலத்துப் பாறைகளில் தெளிவில்லாத நிலத்தாவர வகைகள் சில காணப்பட்டன. இத்தகைய தாவரங்கள் ஆர்டோவிசியக் காலத்திற்கு முன்பு காணப்பட்டனவாகத் தெரியவில்லை. இக்காலத்தில் வெப்பநிலை மாறாது ஒரே மாதிரியாக இருந்தது. பெரும்பாலும் குறைந்த ஆழமுள்ள கடல் நீரால் சூழப்பட்ட பகுதிகள் அதிகமாகக் காணப்பட்டன. இக்கால முடிவில் அட்லாண்டிக் கரையோரத்தில் (Atlantic coast) மலைகள் தோன்றின. சுருக்கமாகக் கூறினால் ஆர்டோவிசியக் காலம் என்பது முதல் முதுகெலும்புயிரித் தோன்றிய காலம் ஆகும். மேலும் இக்காலம் இரண்டு தனிச் சிறப்புகள் கொண்டுள்ளது. அவை மரங்கள் முதலிய பெரிய தாவரங்கள் தோன்றுதல்; முதுகெலும்பு உயிர்களில் மீன் வகை முதன்முதலாகத் தோன்றுதல் என்பன.

ஆர்டோவிசியக் காலத்தின் முற்பகுதியைச் சேர்ந்த பாறைப்படிவுகள் வட அமெரிக்கா, ஆர்க்டிக் தீவுகள், கிரீன்லாந்து, மேற்கு அயர்லாந்து, ஸ்காட்லாந்து, வட ஐரோப்பா, சோவியத்து நாட்டுப் பகுதிகள், தென் அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, இமயமலைப் பகுதி, சீனா, தென் கிழக்கு ஆசியா, ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்து ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன.

ஆர்டோவிசியன் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கட்டடக் கற்கள், சாலைகள் அமைக்கப் பயன்படுகின்றன. உலோகங்களும், பல்வண்ணப் பளிங்குக் கற்களும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் பெற்றவை. சுண்ணாம்புக் கற்கள் சிமெண்ட்டு உற்பத்திக்கு உதவுகின்றன.

உ. கருப்பணன்.

நூலோதி

1. Lull, R. S., Organic Evolution, MacMillan Company, New York, 1947.
2. Romer, A. S., Vertebrate Story, Cambridge University Press, London, 1958.
3. Romer, A. S., Vertebrate Paleontology, Chicago University Press, Chicago, 1966.
4. Simpson, G. G., The Meaning of Evolution, Oxford & IBH Publishing Co., Calcutta, 1969.

ஆர்டோவிசியப் பாறைப்படிவு

ஆர்டோவிசியன் (ordovician) என்ற பெயர் மத்திய வேல்ஸ் பகுதியைச் சார்ந்த ஆர்டோவிஸ் என்ற கெல்ட்டிக் பழங்குடி (celtic tribe) மக்களின் பெயர். இப்பழங்குடி மக்களின் பெயர்கொண்ட இவ்வகைப் பாறைப்படிவு பழந்தொல்லுயிரூழிக் (pareozoic) காலக் கட்டத்தின் இரண்டாவது பிரிவாகும். கேம்பிரியப் (cambrian) படிவுக்குமேல்படிந்த பாறைகளை ஆர்டோவிசியப் பாறைப்படிவு என அழைப்பார்கள். இப்பாறைப் படிவுகள் சைலூரியப் (sillurian)

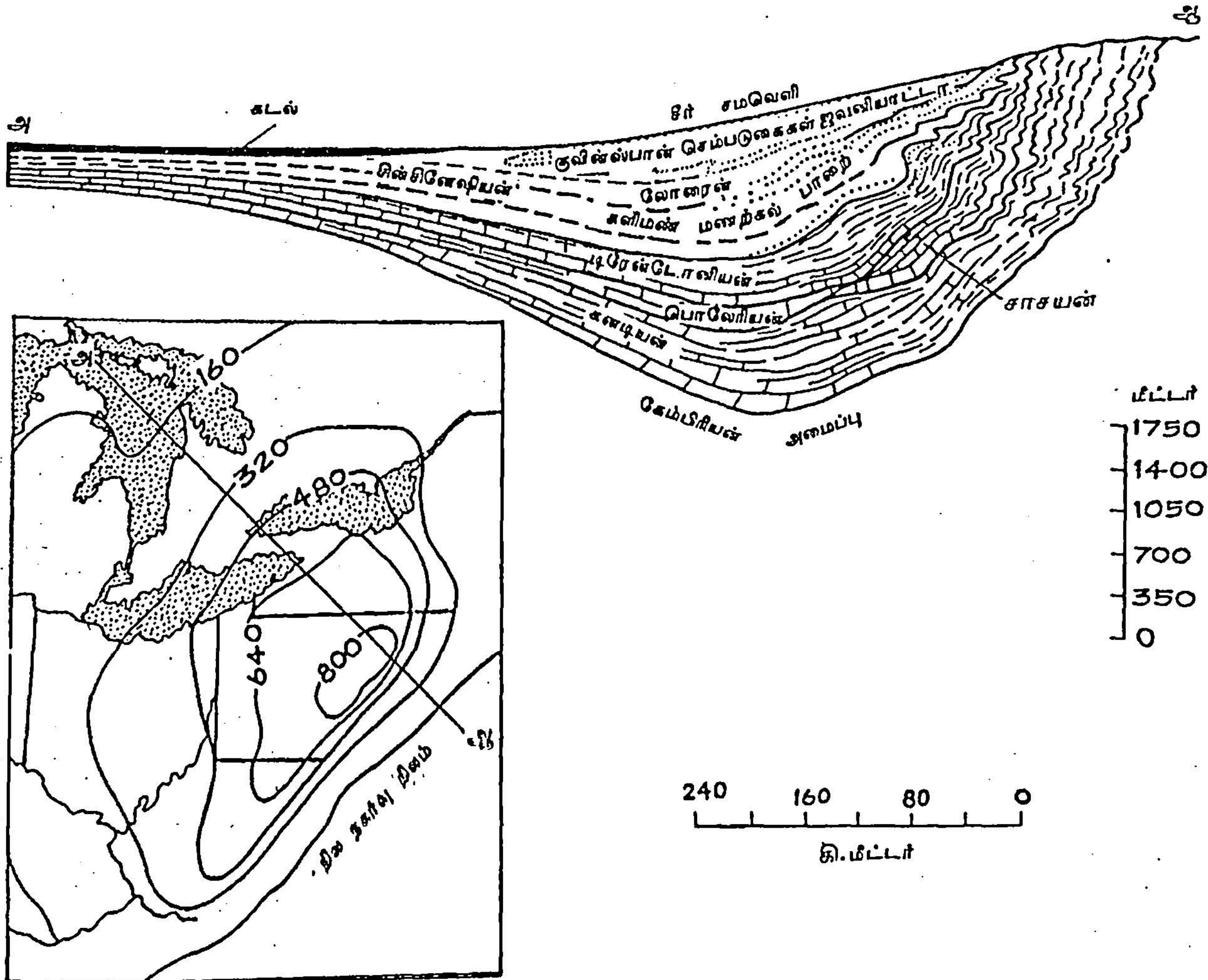
முன்கேம்பிரியன்	தொல்லுயிர்ஊழி							இடையுயிர் ஊழி			கடையுயிர் ஊழி	
					கார்பானிஃபெரஸ்							
	கேம்பிரியன்	ஆர்டோவிசியன்	சைலூரியன்	டெவோனியன்	மிசிசிப்பியன்	பென்சில் வேனியன்	பெர்மியன்	டிரையாசிக்	ஜுராசிக்	கிரெட்டேசியஸ்	டெர்ஷியரி	குவாட்டர்னரி

படம் 1. ஆர்ட்டோவிசியக் காலக்கட்டம்

படிவுகள் சைலூரியப் (silurian) பாறைப் படிவுக்குக் கீழ் உள்ளன. இந்தப்பாறைப் படிவுகள் நிகழ்ந்த காலம் 435 கோடி முதல் 500 கோடி ஆண்டுகள் வரையிலுள்ள சுமார் 65 கோடி ஆண்டுகள் ஆகும்.

இப்பாறைப் படிவுகளில்தான் முதல் முதலில் இரு பிரிவுகள் உடைய கிராப்பட்டஸ் (didymo graptus) என்ற கிராப்ட்டலைட்டுகள் தோன்றியுள்ளன. ஆர்டோவிசியக் காலக்கட்டத்தில்தான் பரந்த அளவு எரிமலை ஆக்கம் ஏற்பட்டதால் எரிமலைப் பாறைகள் இதில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இதற்குக் கலடோனியன் (caledonian) நிலக்கிளர்ச்சி (orogeny) ஒரு சிறந்த சான்றாக விளங்குகிறது. இக் காலக் கட்டத்தில் மிகவும் வளர்ச்சியடைந்து முக்கூற்று உடலிகள் (trilobites) அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. கைக்காலிகளில் (brachiopoda) ஆர்ட்டிகுலேட்டு வகையும் (articulate forms) முள்தோலிகளில் (echinodermata) கிரினாய்டுகள் (crinoids) வகையும் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இவை எல்லாம் மிகுதியாக இருந்தும் கிராப்ட்டலைட்டுகளை (graptolites) வைத்தே இப் பாறைப் படிவுகள் பகுக்கப்படுகின்றன.

ஆர்டோவிசியன் பாறைப் படிவுகளில் முதன்மைப் பாறையாகக் கிரேவெக்கி (graywacke), ஆர்ஜில்லைட்டு (argillite) ஆகியவற்றுடன் எரிமலைக் குழம்பும் இடைநிலை அனற் பாறைகளும் காணப் படுகின்றன. ஆர்டோவிசியன் பாறை வகைகள் ஏறு வரிசையில் பல வகைப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. ஆர்னிஜியன் (arenigian) லான்விர்னே னியன் (lanvirnanian), லாண்டிலியன் (llandeilan) காரடோசியன் (caradocian) மற்றும் அஷ்கில்லியன் (ashgillian) என்பனவாகும். ஒவ்வொரு பிரிவிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைக் கிராப்ட்டலைட்டுகள் (graptolites) இருப்பதை வைத்து இவை வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. வடஅமெரிக்காவில் உள்ள ஆர்டோவி



படம் 2. ஆர்டோவிசியன் பாறைப் படிவு

சியப் பாறைப் படிவுகள் பலமுறை நிலக்கிளர்ச்சிக்கு உட்பட அவற்றில் பல மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன.

கிரேவெக்கி, ஆர்ஜில்லைட்டுடன் சில எரிமலைப் பாறைகளும் காணப்படுவதால் இவை ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் (eugeosyncline) படிந்து பின் நிலக்கிளர்ச்சிக்கு உட்பட்டு மாறியுள்ளன என்று அறியப்படுகிறது.

இந்தியாவில் ஸ்பிட்டி (Spiti) என்ற இடத்தில் பழந்தொல் உயிரூழிப் பாறைப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. வடக்குக்கு மான் (North Kuman) என்ற இமயமலைப் பகுதியில் ஆர்டோவிசியப் பாறைப் படிவுகள் ஷியாலாத் (shiala) தொடருக்கும் கார்பயாங்குத்(Gar byang)தொடருக்கும் இடையில் காணப்படுகின்றன. மேலும் அவை சைலூரியக் காலத்துச் சிவப்புக் களிப்பாறைகளால் ஆனவை. ஷில்லாவிற்கு அருகில் குட்டி (Kuti) என்ற இடத்தில் 400 மீட்டர் முதல் 500 மீட்டர் தடிப்புக் களிப்பாறைகளும், இடையிடையே சாம்பல், சாம்பல்கலந்த பழுப்பு நிறமுடைய மணல் கலந்த சுண்ணாம்புப் பாறைகளும் (marly lime stone) கிரினாய்டின் கூர் திரள்களுடன் (breclia) காணப்படுகின்றன. இப்பாறைப் படிவின் மேல்பாகத்தில் ஹீம் (Heim), கான்சர் (Ganser) ஆகியோர் நன்றாகப் பதிவாகிய காலமின் (calymene), ஆர்த்திஸ் (orthis), பெக்டன் (pecten), ஸ்பாரசியர் (sphaericia) என்ற பலவகைப் புதைபடிவுகளைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். காஷ்மீர் பள்ளத்தாக்கில் ஆர்டோவிசியப் பாறைப் படிவுகள் டிடிமோ கிராப்டஸ் என்ற கிராப்டலைட்டுகளும் மேலும் உடைந்த பலவகையான கிராப்டலைட்டுத் துண்டுகளும் நிறைய காணப்படுகின்றன. மேலும், காஷ்மீருக்கு வடபகுதியில் உள்ள ஸ்மாஷ் (Shmash), ஆபாரி (Abari) ஆழ் சரிவுகளில் இரும்பு, மணல் கலந்த களிமட் பாறைகளும் (sandy ferruginous slate) குவார்ட்ஸ் கலந்த கிரேவெக்கியும், மாசு படிந்த சுண்ணாம்புக் கற்களும் நிலையாக எந்தவித மாற்றமும் அடையாமல் மேல்கேம்பிரியப் பாறைப்படிவுக்குமேல் படிந்துள்ளன. பின்பு ஆழ் சரிவுகளாக அவை மாற்றப்பட்டுள்ளன. இமயமலைப் பகுதியில் ஆராய்ச்சி செய்தால் இப்பாறைப் படிவு பற்றிப் பல செய்திகளை மேலும் திரட்ட முடியும். இந்தக் கிராப்டலைட்டுகள் என்ற ஒருவகைப் புதைபடிவு, ஆர்டோவிசிய, சைலூரியக் காலகட்டங்களில் முழுவளர்ச்சியடைந்துள்ளது. பைசஸ் (piscas) என்ற ஒரு வகை மீன் இக்காலத்தில்தான் தோன்றியது. இதில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை தாடையுள்ளவை (gnathostomata), தாடையற்றவை (agnatha) என்பனவாகும். இவற்றில் தாடையற்றவை ஆர்டோவிசியன் காலத்தில் தோன்றி முழுவளர்ச்சியடைந்துள்ளன.

சு.ச.

நூலோதி

1. Homes, A., Homes D.L., Homes Principles of Geoogy, ELBS, Grealt Brttain, 1978.
2. Gorshore, G., Yakushova, A., Physical Geology. Mir Phblishers, Moscow, 1983.
3. Krshnan, M.S., Geology of India and Burma, CBS Publishers and distributos, New Delhi, 1982.

ஆர்த்தஸ் நிகழ்ச்சி

19 ஆவது நூற்றாண்டின் இறுதியில் உடல் பாதுகாப்பு இயல் (immunity system), நோய்க் கிருமிகளின் தாக்குதலைச் சமாளிப்பதற்கே ஏற்பட்டதாகவும், அதனால் கலப்பற்ற நன்மையே படைப்பதாகவும் கருதப்பட்டது. ஆனால் 1902 இல் ரீஷேயும் போர்ட்டியரும் (Richet, Portier) எதிர்ப்பொருள் புரதம்(antibody) சில சூழ்நிலைகளில் அதிவேக ஒவ்வாமையையும் (anaphylaxis) அதனால் விளையும் தீமைகளையும் கொண்ட நிலையினை விலங்குகளின் சோதனைமூலம் விவரித்தனர். அதாவது எதிர்ப்பொருள் ஊக்கியும் (நச்சுத்தன்மையற்றதாக இருப்பினும்) அதற்கே உரிய (specific) எதிர்ப்பொருளும் சோதனைக்காக உடலில் செலுத்தும்போது மூச்சு அடைப்பு, இரத்த அழுத்தக் குறைவு போன்ற விளைவுகளும் இறப்பும் ஏற்படலாம். இவற்றைப் பொதுவிளைவாகக் கொள்ளலாம்.

1903 இல் நிக்கோலஸ் ஆர்த்தஸ் பொது விளைவாக மட்டுமன்றி, தோல் முதலிய குறிப்பிட்ட உறுப்பிலும் எதிர்ப்பொருள் ஊக்கியும் அதன் எதிர்ப்பொருளும் சேரும்போது அழற்சியும் திசு இறப்பும் ஏற்படுவதை விவரித்தார். இங்ஙனம் வரையறுக்கப்பட்ட உறுப்பில் மட்டும் ஏற்படும், பாதுகாப்பு இயல் செயல் ஆர்த்தஸ் நிகழ்ச்சி (Arthus phenomenon) என்று கூறப்படுகிறது.

சோதனைக்கான விலங்குகளுக்கு (முயல், குழிமுயல் போன்றவை) எதிர்ப்பொருள் ஊக்கி நிலையுள்ள (antigenic) அயல் புரதத்தைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகத் திசுக்களில் ஏற்றுவதால் அப்புரதத்தில் எதிர்ப்பொருள் உண்டாகுவதை இரத்த நீர்மத்தில் காணமுடிந்தது. இந்த விலங்கில் அதே அயல் புரதத்தை மிகச்சிறிதளவு தோலின்கீழ் ஊசிவழியே செலுத்தினால் எதிர்பாராத விளைவுகள் ஏற்படும். ஊசிவழிச் செலுத்திய இடத்தில் வீக்கமும், சிவப்பான தடிப்பும் 1 முதல் 2 மணி நேரத்தில் உண்டாகும். வீக்கம் 5 அல்லது 6 மணி நேரத்தில் பெரிதாகிச் சுமார் 10 முதல் 12 மணி நேரத்தில் வடிந்து விடும். அந்த இடத்துத் திசுவை ஆய்வு செய்தால் சிறிய இரத்தக் குழாய்களில்

அழற்சியும் வகை சேராப் புள்ளியுடைய வெள்ளை யணுக்களின் (neutiophils) கும்பலான சேர்க்கையும் காணப்படும். நாளாக ஆக அத்தகைய புள்ளி வெள்ளையணுக்களுக்குப் பதிலாக ஒற்றைப் பெரிய வெள்ளை அணுக்களும்; அமிலப் புள்ளி அணுக்களும் சேர்ந்து படிப்படியாக, அழற்சி நீங்கி, எதிர்ப் பொருள் ஊக்கி (antigen), எதிர்ப்பொருள் இவற்றின் கூட்டுப் பொருள்களும் அப்புறப்படுத்தப்படும்.

மாற்றாக, எதிர்ப்பொருளைத் தோலுக்குக் கீழ் செலுத்தி, சில நாள்களில் திசுக்களில் அது நன்கு படிந்ததும் எதிர்ப்பொருள் ஊக்கியைச் (antigin) செலுத்தினால் முன்குறிப்பிட்ட ஆர்த்தஸ் நிகழ்ச்சி ஏற்படும். எதிர்ப்பொருள் ஊக்கி, எதிர்ப்பொருள் இவற்றின் கூட்டால் ஏற்படும் சிக்கல்களைக் கூம்பு என்பவர் நான்கு வகையாகப் பிரித்தார். அவற்றில் ஆர்த்தஸ் நிகழ்ச்சி கூம்பின் மூன்றாவது வகையைச் சேர்ந்தது.

மனிதனின் சில நோய்களுக்கு ஆர்த்தஸ் நிகழ்ச் சியைக் காரணமாகச் சொல்லலாம். சிறப்பு உதா ரணம், விவசாயி நுரையீரல் நோய் (farmers lung) அழுகிய வைக்கோலில் உள்ள காளான், சிறுபூச்சி, நுண்ணுயிர் முதலியவற்றை விவசாயி தன் தொழி லின்போது சுவாசிக்கிறார். அவை அயல் புரதங் களானமையால் எதிர்ப்பொருள் ஊக்கியாகச் செயல் பட்டு எதிர்ப் பொருள்களை உடலில் உண்டாக்கு கின்றன. அதே விவசாயி மறுபடியும் அழுகிய காளான் துகள்களைச் சுவாசிக்கும்போது, எதிர்ப் பொருள் ஊக்கி எதிர்ப்பொருள் கூட்டு நுரையீரலில் ஏற்பட்டு, ஆர்த்தஸ் நிகழ்ச்சியில் உண்டாகும் திசு அழற்சி, இரத்தக்குழாய்களில் வீக்கம் வெள்ளை யணுக்களின் கும்பல் சேர்க்கை போன்ற நோய் இயல் குறிகளை வெளிக்காட்டும். அவற்றால் அவ் விவசாயி விரைவில் தோன்றும் மூச்சுத்திணறல் குளிர் காய்ச்சல், இருமல் இவற்றால் அவதிப்படு வார். சுமார் 12 முதல் 18 மணி நேரம் இக்குறிகள் இருந்து மெல்லக் குறையும். எனினும், நுரையீரலில் சில திசு மாற்றங்கள் சில நாள்கள் வரை மறை யாமல் இருக்கும்.

இதே மாதிரியாக வேறு பல தொழில் சம்பந்தப் பட்ட நோய்களும் இவற்றிற்கான காரணப் பொருள் களும் பின்வருமாறு. அவை கரும்புச்சக்கை நோய் (அழுகின கரும்புச் சக்கையில் உள்ள காளான்), பறவை வளர்ப்பவரின் நுரையீரல் நோய் (பறவை களின் எச்சம் மற்றும் இரத்தம்), பாலடைக்கட்டி செய்பவர்களின் நோய் (காளான் உள்ள பாலடைக் கட்டி) என்பன. இம்மாதிரி வேறு பல நோய்களும் உள்ளன.

வை. சிவராஜன்

நூலோதி

Stites, D.P., Stobo, J. D., Fudenberg, H., Wells, J.V., Basic and Clinical Immunology, Fourth Eedition, Darge Medical Publications, California, 1982.

ஆர்த்தாப்ட்டிரா

உலகில் உள்ள அறுகால் பூச்சி வகைகளைப் பல வரிசைகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவற்றுள் ஆர்த் தாப்ட்டிராவும் (orthoptera) ஒன்றாகும். இவை நேரான 'இறக்கைகளையுடைய பூச்சிகள். இந்த வரிசையில் கிட்டதட்ட 12,000 இனங்களைச் சேர்ந்த வெட்டுக்கிளிகள், கரும்பாச்சைகள், தத்துப்பாச்சை கள், பிள்ளைப்பூச்சிகள் போன்றவை துருவப் பிர தேசங்களைத் தவிர்த்து உலகின் அனைத்துப் பகுதி களிலும் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பிரி வைச் சேர்ந்த லோக்கஸ்ட்டு (locust) எனப்படும் வெட்டுக்கிளிகளின் கூட்டங்கள் பயிர்களை அதிக அளவில் தாக்கிச் சேதப்படுத்திப் பஞ்சம் ஏற்படக் காரணமாகின்றன.

இப்பூச்சிகள் 2 மில்லி மீட்டர் முதல் 10 செ. மீ. வரை நீளமுடையவை. பழுப்பு, மஞ்சள், பச்சை, சாம்பல் மற்றும் பல அழகிய வண்ணங்களில் தோற்றமளிக்கின்றன. ஆனால் இரவு நேரத்தில் காணப்படும் கரப்பான் பூச்சிகள் (cockroaches) கருப்பு அல்லது கரும்பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். இவற்றின் உடலைத் தலை (head), மார்பு (thorax), வயிற்றுப்பகுதி (abdomen) என மூன்று பிரிவுக ளாகப் பிரிக்கலாம். அழுத்தமான, கைட்டினப் பட்ட தோல் உடலுக்குப் பாதுகாப்பாக உள்ளது. தலை பெரியது. தலைப்பகுதியில் உறுதியான வெட் டும் தாடைகள் (mandibles) மெல்லிய, நீண்ட அல்லது குட்டையான உணர்கொம்புகள் (antennae) ஆகியவை உள்ளன. ஓர் இணை பெரிய கூட்டுக் கண்களும் (compound eyes), மூன்று தனிக் கண் களும் உள்ளன. இதன் மார்புப் பகுதி முன்மார்புப் பகுதி (prothorax), இடைமார்புப் பகுதி (meso-thorax), கடைமார்புப் பகுதி (metathorax) என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. முன் மார்புப் பகுதியில் மேல்தகடு நன்றாக வளர்ச்சி யடைந்த ஒரு கேடயம் போன்று அடுத்துள்ள இடை மார்புப் பகுதியை ஓரளவு மறைக்கிறது. இப்பூச்சி கள் மெல்லிய பல நரம்புகளுடன் கூடின ஓரிணைப் பின்னிறக்கைகளும், சற்று அழுத்தமான ஓரிணை முன்னிறக்கைகளும், மூன்று இணையான கால்களும் பெற்றுள்ளன. தடித்த முன்னிறக்கைகள் பறப்பதற் குப் பயன்படுவதில்லை என்றாலும் பின்னிறக்கை களுக்குப் பாதுகாப்பாக அமைந்துள்ளன. சில பொதுவினங்களில் இறக்கைகள் காணப்படுவதில்லை. இந்த வரிசைப் பூச்சிகள் பெரும்பாலும் தரையில் வாழ்வனவாக இருப்பதால் கால்கள் ஓடுவதற்கு

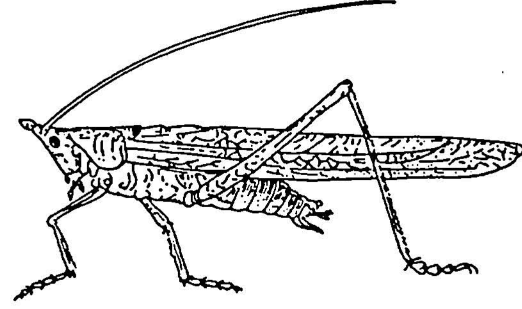
தாவுவதற்கும் தோண்டுவதற்கும் ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. முதல் இரண்டு இணைக்கால்கள் நடப்பதற்கும், ஓடுவதற்கும் ஏற்றவாறும் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த மூன்றாவது இணைக்கால்கள் தத்திச் செல்லுதற்கேற்றவாறும் அமைந்துள்ளன, வயிற்றுப்பகுதி பத்துக் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் ஓர் இணைக் காற்றுத்துளைகள் (spiracles) உடல் மருங்கில் அமைந்துள்ளன. வயிற்றுப் பகுதியின் பின்முனையில் இறுதிக் கண்டத்தில், ஆண்பூச்சி களில் பற்றும் உறுப்புகளும் (claspers), பெண் பூச்சிகளில் முட்டையிடும் உறுப்பும் (ovipositor) உள் ளன. இப்பூச்சிகளின் செரிமான உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் முட்டையிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. முட் டையிலிருந்து வெளிவரும் இளரிகள் தாயைப் போன்று இருக்கும்; ஆனால் அவற்றிற்கு இறக்கை கள் இல்லை. சில சிறப்பினங்களில் பெண் பூச்சிகள் மட்டுமே இருப்பதால் அவை கன்னி இனப்பெருக்க முறையில் (parthenogenesis) இனப்பெருக்கம் செய் கின்றன. இவை ஐந்து முதல் எட்டு முறை தோலு ரித்தபின் முழுப்பூச்சியாக மாறுகின்றன. இவ்வரி சையைச் சேர்ந்த பூச்சிகள் பலவகையான ஒலிகளை எழுப்புகின்றன. கரப்பான் பூச்சிகளின் புதைபடி வங்கள் ஏராளமாகக் கிடைக்கின்றன.

வரிசை ஆர்த்தாப்ட்டிரா, என்சிஃபெரா (ensifera), சீலிஃபெரா (caelifera) என இரு துணைவரிசை களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

துணைவரிசை என்சி:.பெரா. இத் துணைவரிசை யில் அடங்கும் பூச்சிகளிலுள்ள உணர்கொம்புகள் நீளமானவை; பல கணுக்களாலானவை. செவிப் பறை உறுப்புகள் (tympanal organs) கால்களின் முன் டிபியப் (foretibiae) பகுதியில் அமைந்துள்ளன. இத் துணைவரிசையில் டெட்டிகோனியாய்டியா (tettigonioidea), கிரில்லாய்டியா (grylloidea) ஆகிய இரு பெருங்குடும்பங்கள் (superfamilies) உள்ளன.

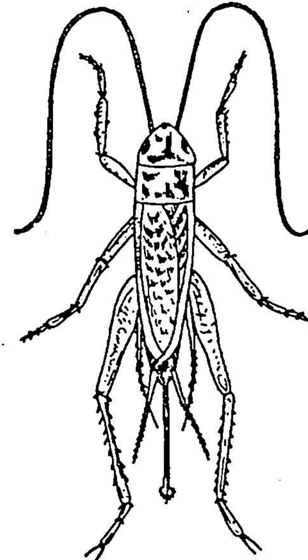
பெருங்குடும்பம் டெட்டிகோனியாய்டியா. இப் பெருங்குடும்பத்தில் நீண்ட உணர்கொம்புகளுடைய வெட்டுக்கிளிகள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவற் றின் கால்களிலுள்ள டார்சஸில் 4 கணுக்கள் உள்ளன. டெட்டிகோனியாய்டியா பெருங்குடும்பத் தில் 5 குடும்பங்கள் உள்ளன.

குடும்பம் டெட்டிகோனிடே (tettigoniidae). இக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூச்சிகளைப் பச்சை வெட்டுக் கிளிகள் (green grasshoppers) எனவும், கேட்டிடுகள் (katydids) எனவும் அழைப்பர். இதன் உணர்கொம் புகள் நீண்டு சாட்டை போன்று காணப்படும். இது வரை இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த 7,000க்கும் மேற் பட்ட பூச்சி இனங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன,



படம் 1. நீண்ட உணர்கொம்பு வெட்டுக்கிளி

இவை நீளமான உடலுடையவை. உணர்கொம்புகள் உடலை விட நீளமாக இருக்கும். பின்னங்கால்கள் நன்கு வளர்ச்சிபெற்றுத் தத்திக் குதிப்பதற்கு ஏற்ற வாறு அமைந்துள்ளன. இதன் காரணமாக இப்பூச்சி களால் சிறிதுதூரம் மட்டுமே பறக்க முடியும். இப் பூச்சிகள் பகற்பொழுதில் மிகவும் சுறுசுறுப்பாக இயங்குகின்றன. பெரும்பாலும் தாவரங்களை உண வாக உட்கொள்கின்றன. இவை மாலை வேளையி லும், முன்னிரவிலும், தமது இட முன்னிறக்கையால் வல முன்னிறக்கையில் உள்ள பெக் (peg) எனப்படும் தொடர்ச்சியாக அமைந்த சிறுமுட்களின் மீது வேக மாக உரசி ஒலி எழுப்புகின்றன. ஆண்பூச்சி எழுப் பும் ஒலி பெண்பூச்சி எழுப்பும் ஒலியை விட அதிக மாக இருக்கும். இதன் செவிப்பறை உறுப்பு



படம் 2. தத்துப்பாச்சை

முன்கால்களில் இருக்கும். இதன் முட்டையிடும் உறுப்பு, கத்தி போல நன்கு வளர்ச்சியடைந்திருக்கும்; இதன் உதவியால் முட்டைகளை வரிசையாக இடும். தாவரவுண்ணிகளான இப்பூச்சிகள் சில வேளைகளில் மற்ற பூச்சிகளை உணவாகக் கொள்ளும். சேத்ராய் ஹில்லியா (sathroyhyllia) என்னும் நீள்கொம்பு வெட்டுக்கிளி தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகிறது.

குடும்பம் ஸ்டினோபெல்மாட்டிடே (stenopelmatidae). இக் குடும்பத்தில் ஏறக்குறைய 300 பூச்சியினங்கள் உள்ளன. பொதுவாக அவை ஒட்டகக் குறுட்டிகள் (camel crickets) அல்லது குகைக்குறுட்டிகள் (cave crickets) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றுக்குப் பொதுவாக இறக்கைகள் இல்லை. அரிதாகச் சில பூச்சிகளில் இறக்கைகள் உள்ளன. உணர்கொம்புகள் மிகவும் நீளமானவை; உடல் நீளத்தைப் போல 4 அல்லது 5 மடங்கு நீளமானவை; பெரும்பாலும் ஊனுண்ணிகள் குகைகளிலும் தரையிலுள்ள பிளவுகளிலும் பொந்துகளிலும், கற்கள், மரத்துண்டுகள் மற்றும் இலைச் சருகுகளுக்கடியிலும் வாழ்கின்றன. இவை பெரும்பாலும் இரவில் இயங்குபவை.

குடும்பம் சைசோடாக்டைலிடே (schizodactylidae). இறக்கையுள்ள அல்லது இறக்கையற்ற பூச்சிகள். இறக்கைகள் இருந்தால் பூச்சி ஓய்வெடுக்கும்போது அவற்றின் நீண்ட இறக்கை நுனி சுருண்டு இருக்கும். ஏறத்தாழ 8 சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. சைசோடாக்ட்டைலஸ் மான்ஸ்ட்ரோசஸ் (*Schizodactylus monstrosus*) என்னும் சிறப்பினம் தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகிறது. இது மணற்பாங்கான ஈரமான இடங்களில் வளைதோண்டி வாழ்கிறது.

குடும்பம் கிரில்லாக்ரைடிடே (gryllacrididae). இவை இறக்கையுடைய பூச்சிகள். பூச்சிகள் ஓய்வெடுக்கும் போது இறக்கைகள் வயிற்று மருங்குகளைச் சுற்றி வளைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பூச்சிகள் இன்றைக்கு ஏறக்குறைய 195 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட ஜுராசிக் காலத்திலிருந்து (jurassic period) காணப்படுகின்றன. வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. மரங்களிலும் செடிகளிலும் வாழும் இவை பெரும்பாலும் இரவில் இயங்குபவை. ஏறக்குறைய 500 சிறப்பினங்கள் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன.

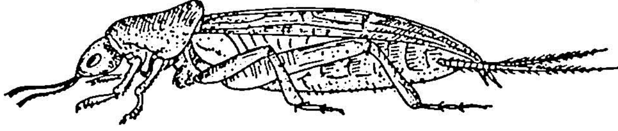
குடும்பம் ஃபேஸ்மோடிடே (phasmodidae). இக் குடும்பத்துப் பூச்சிகளின் வாய், மற்ற நேரிறக்கைப் பூச்சிகளைப் போலக் கீழ்நோக்கி அமையாமல் முன்னோக்கி அமைந்துள்ளது. இவை ஆஸ்த்திரேலியாவில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் நீளம் 25 மில்லி மீட்டரிலிருந்து 85 மில்லி மீட்டர் வரை வேறுபடுகிறது. இரண்டு சிறப்பினங்கள் உள்ளன; இறக்கையற்றவை; குச்சிப்பூச்சிகளைப் போன்று நீண்ட குறுகலான உடலையுடையவை.

பெருங்குடும்பம் கிரில்லாய்டியா (grylloidea). இப் பூச்சிகளின் காலிலுள்ள டார்சஸ் 3 கணுக்களாலானது. மூடி இறக்கைகள் (tegmina) ஆண்பூச்சிகளில் ஒலிஉண்டாக்குவதற்கேற்ப நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. பொதுவாக முன் டிபியப் பகுதியில் செவிப்பறை உறுப்புக் காணப்படுகிறது. உடல் நீளம் 2 மில்லி மீட்டரிலிருந்து 50 மி.மீ. வரை வேறுபடுகிறது. கிரில்லாய்டியா பெருங்குடும்பத்தில் இரண்டு குடும்பங்கள் உள்ளன.

குடும்பம் கிரில்லிடே (gryllidae). இக்குடும்பத்திலடங்கும் பூச்சிகள் சுவர்க்கோழிகள் அல்லது குறுட்டிகள் (crickets)எனப்படுகின்றன. இதுவரை 1,150 சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றிற்கு நீண்ட உணர்கொம்பும் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த முட்டையிடும் உறுப்பும் இருக்கும். இவை தம் முன்னிறக்கையை உடலின் மீது வேகமாக உரசி 'கிர்ச், கிர்ச்' (chirp) என்னும் ஒலியினைக் கோடைக் கால இரவுகளில் ஏற்படுத்தும். இப்பூச்சிகள் இறக்கைகள் பெற்றோ இறக்கைகளற்றோ காணப்படும். இவை பகற்பொழுதில் சிறு பொந்துகளிலும் கற்களின் அடியினும் தங்கியிருந்து, இரவு நேரத்தில் வெளிவரும். தாவரங்களையும், பூச்சிகள் போன்ற சிறு உயிரிகளையும் உணவாகக் கொள்ளும். இப்பூச்சிகள் முட்டைகளைத் தரையிலோ மரத்தின்மீதோ சிறு துளையிட்டு வரிசையாக இடும். **பிரேக்கிடிரைப்பஸ் போர்ட்டென்ட்டோசஸ் (brachytrypes portentosus)** இரவு நேரங்களில் சவுக்குப் பயிர்களைத் தின்று அழிக்கிறது. கிரில்லஸ் (gryllus) என்னும் பொதுவினத்தைச்சேர்ந்த தத்துப்பாச்சை வீடுகளில் காணப்படுகிறது. துணிகளைக் கடித்துத் துளை போடுகிறது.

குடும்பம் கிரில்லோடால்ப்பிடே (gryllotalpidae). இக்குடும்பத்தில் பிள்ளைப்பூச்சிகள் (mole crickets) சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இப்பூச்சிகளின் முன்னங்கால்கள் மண்வெட்டி போன்று தட்டையாக அகலமாக உருப்பெற்று, மண்ணில் குழி தோண்ட உதவுகின்றன. இவை பழுப்பு அல்லது கரும்பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். இப்பூச்சிகளால் ஒலி ஏற்படுத்தவோ, அதனைக் கேட்கவோ முடியாது. இவற்றின் இறக்கைகள் சிறியனவாகவும், முட்டையிடும் உறுப்பு நன்கு வளர்ச்சி அடைந்தும் இருக்கும். இதுவரை 45-க்கும் மேற்பட்ட பிள்ளைப்பூச்சிச் சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

துணை வரிசை சீலிஃபெரா. இத் துணைவரிசையைச் சேர்ந்த பூச்சிகளின் உணர்கொம்புகள் குட்டையானவை; 30-க்கும் குறைவான கணுக்களுடன் கூடியவை; வயிற்றுப் பகுதியின் முதல் கண்டத்தில் மருங்குக்கு ஒன்றாக இரு செவிப்பறை உறுப்புகள் உள்ளன. முட்டையிடும் உறுப்பு மண்ணைத் தோண்டுவதற்கேற்றவாறு அமைந்துள்ளது. இத் துணைவரிசை டிரைடாக்ட்டைலாய்டியா (tridactylo-



படம் 3. பிள்ளைப்பூச்சி

idea) அக்ரிடாய்டியா (acridoidea) என்னும் இரு பெருங்குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

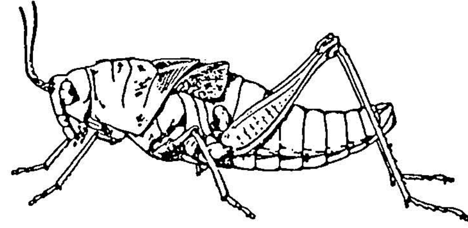
பெருங்குடும்பம் டிரைடாக்ட்டைலாய்டியா. டார்சஸ் ஒன்று அல்லது இரண்டு கணுக்களையுடையது. உணர்கொம்புகள் குட்டையாகவும், 12 அல்லது அதற்கும் குறைவான கணுக்களுடனும் இருக்கும். இப்பெருங்குடும்பத்தில் இரு குடும்பங்கள் உள்ளன.

குடும்பம் டிரைடாக்ட்டைலிடே (tridactylidae). இக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூச்சிகள் குள்ளப் பிள்ளைப்பூச்சிகள் (pygmy mole crickets) என அழைக்கப்படுகின்றன. நீருள்ள இடங்களுக்கருகில் மண்ணைத் தோண்டி வாழ்கின்றன. சிறிய உருவமுள்ளவை. இக்குடும்பத்தில் 60 சிறப்பினங்கள் உள்ளன; அவை உலகெங்கும் பரவியுள்ளன.

குடும்பம் சிலிண்ட்ரகீட்டிடே (cylindrachaetidae). இவை போலிப் பிள்ளைப்பூச்சிகள் (false mole crickets). இறக்கையற்றவை. தரைக்கடியில் வாழ்பவை; நீண்ட உருளை வடிவ உடலுடையவை. மிகச்சிறிய கண்களை உடையவை. ஆஸ்திரேலியாவிலும் தென் அமெரிக்கப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன; இதில் 8 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

பெருங்குடும்பம் அக்ரிடாய்டியா. டார்சஸ் 3 கணுக்களடங்கியவை. இரு இணை இறக்கைகளும் செவிப்பறை உறுப்புகளும் உள்ளன. வயிற்றுப் பகுதியில் காற்றுத் துளைகள் மேற்புறத்தில் அமைந்துள்ளன. இப்பெருங்குடும்பத்தில் 5 குடும்பங்கள் உள்ளன.

குடும்பம் அக்ரிடிடே (acrididae). இக்குடும்பத்தில் லோகஸ்ட்டுகளும் குட்டை உணர்கொம்பு வெட்டுக்கிளிகளும் (short-horned grasshoppers) வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இன்றைக்கு 55, 000, 000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட இயோசின் காலத்திலிருந்து, இன்று வரை காணப்படுகின்றன. 5000 சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை உலகெங்கும் பரவியுள்ளன. இப்பூச்சிகள் உருளை வடிவ உடலுடையவை. தலை சிறியதாகவும், மார்புப் பகுதியினுள் சற்று உள்ளிழுக்கப்பட்டும் இருக்கும். சிறிய புள்ளிக் கண்கள் (ocelli) உடையவை. இவற்றால் நீண்ட தொலைவு பறக்க முடியும். லோக்கஸ்ட்டுகள் பெருங்கூட்டங்களாகக் கண்டம் விட்டுக் கண்டம் சென்று பயிர்களுக்குச் சேதம் விளைவிக்கக் கூடியவை. இப்பூச்சிகள் தமது மூன்றாவது இணைக் கால்களில் உள்ள 'பெக்' உறுப்பின்மீது முன்னிறக்கை நரம்பினை வேகமாக உரசி இனிய ஒலி எழுப்பும். செவிப்பறை உறுப்புகள் உடலின் முதல் கண்ட மருங்குகளில் அமைந்துள்ளன. பெண்பூச்சிகள் 20 முதல் 100 வரையிலான நீண்ட முட்டைகளை இடும்.



படம் 4. குட்டை உணர்கொம்பு வெட்டுக்கிளி

குடும்பம் யூமாஸ்ட்டாசிடே (eumastacidae). இக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூச்சிகள் குரங்கு வெட்டுக்கிளிகள் (monkey grasshoppers) என அழைக்கப்படுகின்றன. வெப்ப நாடுகளில் காணப்படுகின்றன. ஏறக்குறைய இதில் 5000 சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

குடும்பம் நியூமோரிடே (pneumoridae). ஆண் பூச்சிகளின் வயிற்றுப் பகுதி அளவில் பெரியது. ஒலியெழுப்பும் உறுப்புகள் இரண்டாவது வயிற்றுக் கண்டத்தின் மேற்பகுதியில் அமைந்துள்ளன. இப்பூச்சிகள் தென்னாப்பிரிக்காவில் காணப்படுகின்றன.

குடும்பம் டெட்ரைஜிடே (tetrigidae). இன்றைக்கு 27,000,000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட இவை மியோசின் காலத்திலிருந்து (miocene period) காணப்படுகின்றன. இக்குடும்பத்தில் ஏறக்குறைய 700 சிறப்பினங்கள் காணப்படுகின்றன. உலகெங்கும் பரவியுள்ளன.

குடும்பம் புரோஸ்கோப்பிடே (proscopiidae). இவை பெரும்பாலும் இறக்கையற்ற பூச்சிகள். தென் அமெரிக்காவில் காணப்படுகின்றன. நீண்ட உடலில் நீண்ட மெல்லிய கால்கள் பெற்றுள்ளன.

ரெ. வீரவேல்

நூலோதி

வள்ளி.எஸ்.கே., ஆர்த்ரோபோடா (பூச்சிகள்-II), தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம். சென்னை, 1973.

2. Nayar, K.K., Ananthakrishnan. T.N., and David B.V., General and Applied Entomology, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi. 1982.

3. Essig, . .J., College Entomology, Satish Book Enterprise, Agra, 1982.

4. Horn. D.J., Biology of Insects, W.B. Saunders Company, Phildaelphia, 1976.

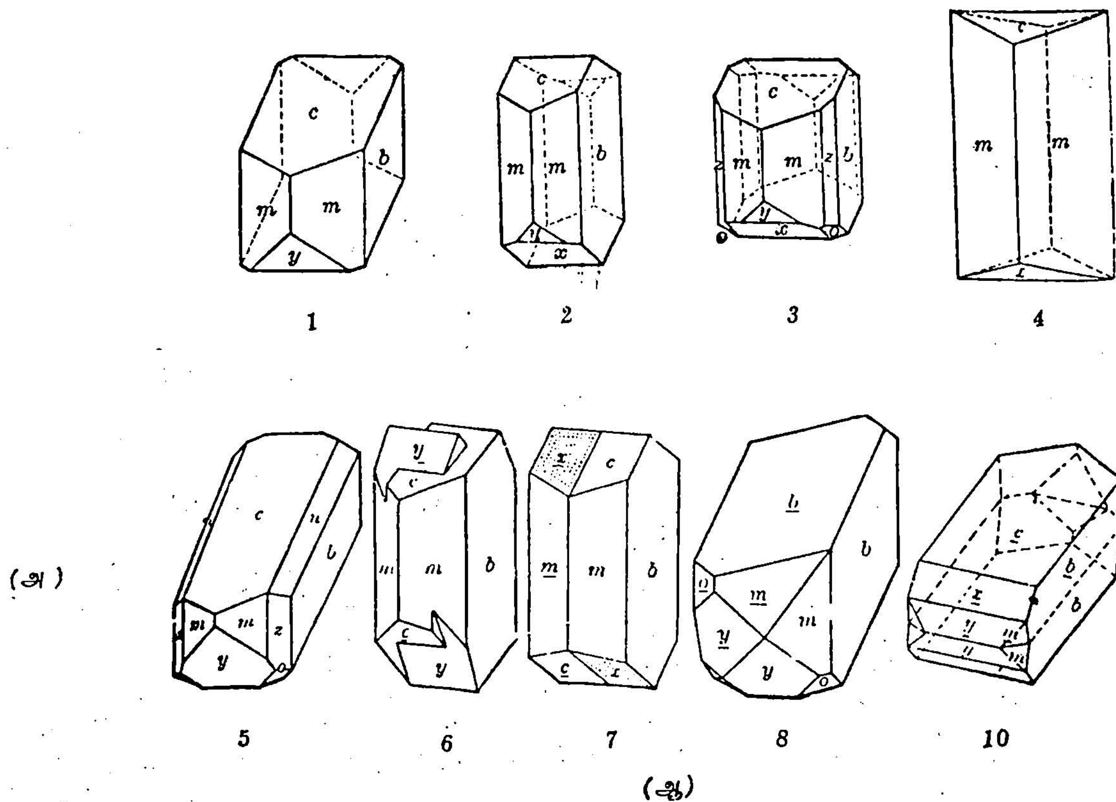
ஆர்த்தோகிளேசு

ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதியில் (monoclinic system) படிகமாகும் ஃபெல்ஸ்பார் வகையில் அடங்கிய கனிமமே இது. இது பொட்டாசியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டு என்னும் வேதியியல் உட்கூறுடையது (K_2O Al_2O_3 6 SiO_2). இது கார்ல்ஸ்பாடு (carlspad) விதிமுறைப்படி ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பது போன்ற (படம் 1) அல்லது ஒழுங்கற்ற (படம் 2) ஊடுருவும் தன்மையைப் பெற்ற இரட்டுறல் (twinning) படிகமாகவும், பாவினோ (baveno) விதிமுறைப்படி உருவாகும் சதுரப்படிகங்களாகவும் (படம் 3) மனிபாக் (maneback) இரட்டிப்பு விதிமுறைப்படி ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் படியான செம்பாளப் படிகங்களாகவும் (படம் 4) பொதுவாகக் காணப்படுகின்றது. இதனுடைய மூன்று வகையான கனிமப்பிளவுகள் (cleavage), (001), (010), (110) ஆகிய மூன்று கோணங்களில் காணப்படுகின்றன. இதன் முழுஉருப் படிகங்களைக் காணும்பொழுது பட்டக (prismatic) வடிவில் (படம் 5,6) நிலை அச்சிற்கு இணையாகக் காணப்படும். சிலசமயங்களில் நெட்டச்சிற்கு (a) இணையாக நீண்ட படிகமாகவும் (படம் 7) குட்டச்சிற்கு இணையாக வளர்ந்து செம்பாளப் (tabular) படிகமாகவும் (படம் 8) நிலை அச்சிற்கு இணையாக வளர்ந்த பட்டகப் (prismatic) படிகமாகவும் (படம் 9) காணப்படும்.

பெரும்பாலும் இயற்கையில் திண்ணிய நிலைப் (massive) படிகக் கனிமங்களாகவும் சிற்சில சமயங்களில் தாள்படல (lamellar) அமைப்புடைய படிகங்களாகவும் காணப்படலாம். இதனுடைய முறிவுத் தன்மை (fracture) சங்கு முறிவு (conchoidal) போன்ற தன்மையிலிருந்து சீரிலா (uneven) முறிவுத் தன்மை வரை உடையதாகக் காணப்படலாம். இதனுடைய கடினத்தன்மை 6 ஆகும். இதன் அடர்த்தி எண் 2.56இலிருந்து 2.58 வரையில் காணப்படலாம். இதுபளிங்கு மிளிர்வுத் (vitreous lusture) தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இயற்கையாகக் காணப்படும்பொழுது நிறமின்றியும் வெள்ளை, வெளிர் மஞ்சள், சாம்பல், ஊன்சிவப்பு (flesh red) போன்ற பல வண்ணங்களிலும் காணப்படும். இதன் உராய்வுத் தூள் (streak) நிறமற்றதாகும். இந்தப் படிகங்களில் அமையும் மூன்று அச்சுக்களின் நீள விகிதத்தை நெட்டை அச்சு (a): குற்றச்சு (b): நிலை அச்சு (c) = 0.6585:1:0.5554 எனவும், இதன் நெட்டை அச்சிற்கும் நிலை அச்சிற்கும் இடைப்பட்ட கோணத்தை 63°57′ எனவும் கணித்துள்ளார்கள்.

இந்தப் படிகங்களை நுண்நோக்கியில் (microscope) காணும்போது ஒளி விலகலின் தன்மை மூன்று அச்சுகளுக்கும் இணையாக மாறுபட்டுக் காணப்படும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் (refractive index) விரைவொளி அச்சுக்கு 1.519 எனவும், இடைஒளி அச்சிற்கு 1.523 எனவும், மெதுவொளி அச்சிற்கு 1.525 எனவும் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். இதன் விரைவொளி அச்சுக்கும், மெதுவொளி அச்சிற்கும் இடையில் உள்ள ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் (2v, optical axial angle) 70° ஆகும். இது நேராக அணையும் (straight extinction) தன்மையுடையது இதன் ஒளிபரவல் (dispersion) கிடைமட்ட நிலையாயும் (horizontal) சிவப்பொளி அச்சுக்களின் கோணம் (r) நீல அச்சுகளின் கோணத்தை (v) விட அதிகமானதாயும் இருக்கும். இது ஒளியியலாக எதிர் மறைக் (negative) கனிமம். இதன் ஒளி பிரிதிறன் (resolution) இதன் ஒளியியல் அச்சுத் தளத்தைப் (axial plane) பொறுத்தது. நுண்நோக்கியின் மூலம் இந்தப் படிகங்களை அவற்றின் குறைந்த ஒளி விலகல் தன்மை, மெல்லிய மங்கலான படிகவிளிம்பு (low relief) ஒளிக்குறுக்கீட்டால் உண்டாகும் தெளிவற்ற மங்கலான நிறங்கள் ஈர் அச்சு முனைப்புத்தன்மை, ஒன்றையொன்று செங்குத்தாகச் சந்திக்கும் படியான இருவரைக் கனிமப் பிளவுத்தன்மை வானிலைச் சிதைவினால் (weathering) உருவாகிய நுண்ணிய நுண்களிமண் துகள் உள்ளடக்கங்கள் (inclusions) ஆகியவற்றால் ஏனைய கனிமங்களிலிருந்து இதை வேறுபடுத்திக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஆர்க்தோகிளேசு கீழ்க்காணும் நான்கு வகைகளாகக் காணப்படுகிறது.

• அடுலேரியா (adularia). இது தூய பொட்டாசியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டாகும். இயற்கையில் கிடைக்கும்பொழுது இது படிகமாகப் பட்டக வடிவிலே (படம் 9) காணப்படும். இதன் படிகவமைப்பில் பாவினோ இரட்டிப்பு முறைப்படியான இரட்டிப்புப் படிகங்கள் மிகுதியாகக் காணப்படும். இதன் அடர்த்தி எண் 2.565. இது ஒளிபுகும்படியான அடர்த்தி கொண்டது. முத்துப்போன்ற பால் மிளிர்வுத் (opalascence) தன்மையையோ, நிற அணித் தன்மையையோ, உலோக நிற உள்மிளிர்வுத் தன்மையையோ (schiller) பெற்ற நிலாப்படிகக்கல் (moonstone) இயற்கையில் காணப்படுகிறது. இது குறைந்த வெப்ப நிலையில் உருவான ஆர்த்தோகிளேசு படிகமாகும்.



ஆர்த்தோகிளேசு

அ. ஆர்த்தோகிளேசின் இரட்டுறல் படிகம் (twinning crystal) ஆ. படிக அமைப்பு வகைகள் (crystal habitats)

1. கார்ல்ஸ்பாடு விதியின் ஊடுருவிய இரட்டிப்புப் பட்டகம் 2. கார்ல்ஸ்பர்டு விதியின் ஒட்டிக் (தொட்டுக்) கொண்டுள்ள, இரட்டிப்புப் பட்டகம் 3. பாவினோ விதியின் இரட்டிப்புச்சதுரப் பட்டகம் 4. மனேபாக் விதியின் தொட்டுக் கொண்டுள்ள செம்பாள இரட்டிப்புப் படிகம் 5. அகன்ற பட்டகம் 6. குறுகிய பட்டகம் 7. நீண்ட பட்டகம் 8. மேசைபோல் தட்டையான படிகம் 9. உயர்ந்த பட்டகம் 10. ஆர்த்தோகிளேசு

சானிடின் (sonidine). இது செம்பாள வடிவப் படிக அமைப்புகளைக் கொண்டது. இதில் கார்ல்ஸ் பாடு இரட்டிப்பு விதி முறையைக் கொண்ட படிகங் கள் அடிக்கடிக் காணப்படலாம். இது சற்றே சோடியம் நிறைந்த ஆர்த்தோகிளேசு ஆகும். இதன் நெட்டச்சிற்கும், நிலையச்சிற்கும் இடைப்பட்ட ஒளி யியல் அச்சுக் கோணம் மிகக் குறைவாகும். இது உயர் வெப்பநிலையில் உண்டான பாறைகளில் காணப்படும்.

ஐசோ ஆர்த்தோகிளேசு (isorthoclase). இது ஒளி யியல்பு முறைப்படிப் பிரிக்கப்பட்ட படிகக்கனிம வகுப்பில் நேர்மறைக் கனிமம் ஆகும். இதன் நெட் டச்சிற்கும், நிலையச்சிற்கும் இடைப்பட்ட ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் சானிடினில் காணப்படுவது போல் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனைய பண்புகள் அடுலேரியாவைப் போன்றே அமையும்.

இயல்பு ஆர்த்தோகிளேசு (ordinary orthoclase). இது முன்னர்க் கூறிய மூன்று வகைப்பட்ட இரட் டிப்பு விதிமுறைகளின்படி உருவாகும் படிகமாகும். பெரும்பாலும் வெள்ளையிலிருந்து மங்கலான மஞ்சள் வரை உள்ள நிறங்களைக் கொண்டது. ஆனால் சிற்சில சமயங்களில் சிவப்பு, பச்சை போன்ற நிறங் களிலும் காணப்படலாம். இது ஒளிக்கசிவுத் (translucent) தன்மையயுடையது. இதன் வேதி யியல் உட்கூறில் கொஞ்சம் சோடியம் கலந்து காணப்படும்.

இயற்கையில் ஆர்த்தோகிளேசு பெக்மடைட்டு என்னும் பாறைகளில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. அதையடுத்துப் பெரும்பாலும் ஆழ்நிலை அனற் பாறைகளில் காணப்படுகிறது. இது அடிக்கடிக் கார நீர்களால் பாதிக்கப்பட்டுச் சிதைவுற்று வெள்ளைக் களிமண்ணாக மாற்றப்பட்ட நிலையில் காணப்படு கிறது. காசிட்டரைட்டு (cassiterite), கால்சைட்டு போன்ற கனிமங்கள் இதைக் கொஞ்சம் கொஞ்ச மாக எளிதில் இடப்பெயர்ச்சி செய்து கொள்கின்றன. இது சிலிக்கேட்டுப் (silicate) பாறைகளில் உள்ள கனிமங்களில் மிகுதியான பங்கு ஏற்றுள்ளது. இக்

கனிமங்கள் பீங்கான் பொருள்கள் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

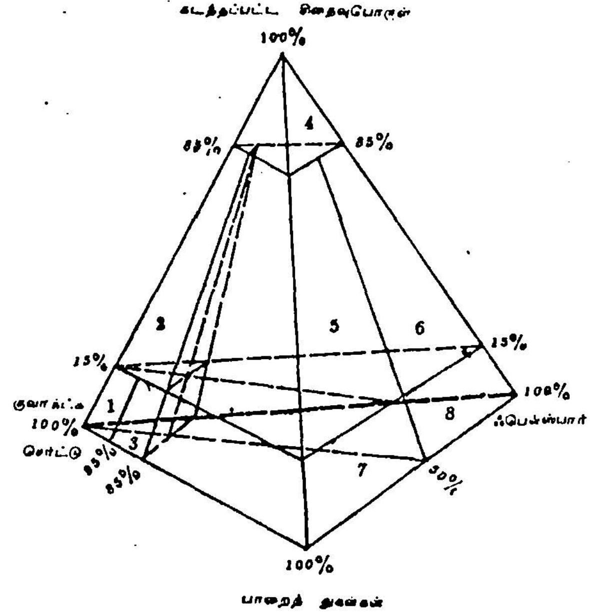
ஞா. விக்டர் இராசமாணிக்கம்

நூலோதி

1. Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New-Delhi, 1985.
2. Winchell, A.N., Winchell,H.R., Elements of Optical mineralogy, Wiley Eastern Private limited, New Delhi, 1968.
3. Deer, W.A., Howie R.A., Zussmanj, An introduction to the Rock Forming Minerals, ELBS, England, 1983.
4. Milovsky A.V., Kononov O.V., Mineralogy, Mir Publishers, Moscow, 1985.

ஆர்த்தோ குவார்ட்சைட்டு

ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டு (orthoquartzite) என்பது ஏறத்தாழ முழுமையாக, குவார்ட்சு என்னும் கனிமத்தால் உண்டான ஒரு மணற்படிவு அல்லது மாற்றுப் பாறையே ஆகும். இது தூய குவார்ட்சு மணற் படிவுப்பாறை (pure quartz sand stone) என்றும், சிலிக்காவினாலான மணற் படிவுப்பாறை (silicious sand stone) என்றும், குவார்ட்சிலிருந்து உருவான மணற் படிவுப்பாறை (quartzose sand stone) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. கிரைனைன் (Krynine) எனபவர் 1948 ஆம் ஆண்டில் ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டு என்பது பிறிதொன்றிலிருந்து தோன்றுகிற (secondary) குவார்ட்சால், நல்லமுறையில் கடினமாக இணைக்கப்பட்டுள்ள மணல் மணிகளாலான (sand grains) படிவுப் பாறையேயாகும் என்பார். எவ்வளவுதான் கடினமானதாகவும், தூயதாகவும் உருவானாலும் இவற்றில் சிறிதளவு கார்பனேட்டுப் போன்ற சேர்மங்கள் இல்லாமல் இருப்பதில்லை. மணல் போன்ற குவார்ட்சுகளை இணைக்கும் சிலிக்கா அல்லாத சேர்மங்களின் உள்ளடக்க விகிதத்தைப் பொறுத்து ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டின் வகைகளைக் குறிப்பிடலாம். இவற்றில் சுண்ணக் கூட்டுப் பொருள் (calcareous) சேருமேயானால் அவைகளைச் சுண்ணக ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டு (calcareous orthoquartzite) என்று குறிப்பிடலாம். பொதுவாக ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டு என்று, 90 விழுக்காட்டுக்கும் மேல் குவார்ட்சும், செர்ட்டும் (chert) கலந்த மணற் படிவுப் பாறையைக் குறிப்பிடுவார்கள். இவை உருமாறிப் பாறையிலிருந்தோ (metamorphic) அர்க்கோசு என்ற மணற் படிவுப் பாறையிலிருந்தோ உருவான குவார்ட்சு மணிகளால் தோற்றுவிக்கப்பட்டவையாக இருக்கலாம். மணற் படிவுப் பாறையை, அதன் கூட்டுக் கனிமங்களுக்கு ஏற்ப நாற்பட்டக (tetrahedron) வடிவ வரைபடத்தில் (படம்) பார்க்கும்பொழுது ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டுப் பிரிவினை 95 விழுக்காட்டுக்குமேல் குவார்ட்சும், செர்ட்டும் அடங்கியுள்ள பகுதியாகக் காணலாம்.



ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டு

1. ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டு (orthoquartzite) 2. ஃபெல்ஸ்பாதிக் குவார்ட்சைட்டு (felspathic quartzite) 3. தொல் குவார்ட் சைட்டு (proto quartzite) 4. பெருமணற் கனிப் பாறை (grithy mudstone). 5. கடின கிரேவெக்கி (lithic graywacke) 6. ஃபெல்ஸ்பாதிக் கிரேவெக்கி (felspathic gray wacke) 7. தாழ்நிலைக் கிரேவெக்கி (sub graywacke), 8. அர்க்கோசு (arkose).

இப்பாறைகளில் முக்கியமாகக் காணப்படும் கனிமம், குவார்ட்சு ஆகும். அவை உருமாற்றப் பாறைகளிலிருந்தோ, அனற் (igneous) பாறைகளிலிருந்தோ வானிலைச் சிதைவால் (weathering) துகள்களாக்கப்பட்டு இடம் கடத்தப்பட்டுக் கொணர்ந்தவைகளாகவே இருக்க வேண்டும். குவார்ட்சு கனிமங்கள் ஒரே கூறுபாடு உடையவைகளாக நல்ல முறையில் பகுக்கப்பட்டவைகளாயும் (well sorted) கூரான விளிம்பின்றி உராய்ந்த வட்ட வடிவம் பெற்றவைகளாயும் காணப்படும். இவை குவார்ட்சுக்குரிய சேர்மங்களால் மற்றொன்றிலிருந்து புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட (secondary), குவார்ட்சு (quartz), செர்ட்டு (chert) கனிமங்களாக உருவெடுத்துத் தனித் தனியாகக் கடத்தப்பட்டு அதே படுகையில் (basni)

சேர்க்கப்பட்டுள்ள குவார்ட்சுக் கனிமங்களை இறுக இணைத்தல் மூலம் இப் பாறைகளும் உருவாக்கப் படுகின்றன. பிறகனிமங்களும் இவற்றில் அரிதாகக் காணப்படலாம். அவற்றில் அபிரகம் (mica), ஃபெல்ஸ்பார் (feldspar) ஆகிய கனிமங்களைக் குறிப் பிடலாம். பல நேரங்களில் நுண்ணோக்கியின் வழி யாக ஒற்றைக் குவார்ட்சுக் கனிம மணியை (quartz grain) நோக்கினால் அது மாற்றியமைக்கப்பட்ட உருவத்தைப் பெற்றிருக்கும். அதனுடைய படிக வடி வமைப்பின் பக்கங்கள் தெளிவாகத் தோன்றும். ஏனென்றால் இந்தக் குவார்ட்சு மணியின்மீது புதி தாக இடைவெளிகளில் ஊடுருவிய கரைசலிலிருந்து கரையாப் பொருளாகப் பிரிந்து இவற்றின் விளிம் பில் திரும்பவும் குவார்ட்சுப் படிகமாகப் படிக அமைப்பியலின் விதிப்படி அதனுடைய படிக அச்சு களில் மாற்றமில்லாது அவற்றையொத்து அங்கே கிடைத்த மணிக்கும் மற்றொரு மணிக்கும் இடையில் உள்ள காலியிடங்களில் இந்தப் பிரிதொன்றிலிருந்து தோன்றுகிற (secondary) இரண்டாம்தர குவார்ட்சுச் சேர்மங்கள் படிந்திருப்பதைக் காணலாம். இது போல ஒவ்வொரு தடவையும் குவார்ட்சு வேதியியல் சேர்மங்களுக்குரிய பொருள்களும் அவை படிவமா வதற்குரிய சூழ்நிலைமைகளும் உருவாகும்பொழுது ஏற்கனவே படிந்துள்ள குவார்ட்சுப் படிகமணி களுக்கு மேல் தொடர்ந்து கிடைத்த இடைவெளியில் படிகின்றன. இவ்வாறு இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட படிவின் பண்புகளைக் காட்டக்கூடிய கூறுபாடுகளை இப்பாறைகளில் காணலாம். இதுபோல மேன்மேலும் குவார்ட்சு மணிகளின்மீது புதிய குவார்ட்சுக் கனி மம் படிவதைக் குவார்ட்சு வளர்ச்சி (quartz growth) என்று கூறுவார்கள். இத்தகைய குவார்ட்சு வளர்ச்சி இப்பாறைகளுக்கு உரிய முக்கிய கூறுபாடு ஆகும். இப்பாறைகளில் 10 விழுக்காட்டுககுக் கீழ்த்தப்பட்ட ஃபெல்ஸ்பர் மணிகள் இதனுடைய உட்கூறில் கலந்து காணப்படும்போது அதைத் தாழ்நிலை அர்கோசு (sub arkose) பாறை என்று அழைப்பார்கள். இப் படிப்பட்ட ஃபெல்ஸ்பார் மணிகள் பொட்டாசியம் செறிந்த வகைகளைச் சார்ந்தனவாகும். இந்த ஆர்த் தோகுவாட்சைட்டுப் பாறைகளில் ஃபெல்ஸ்பாருக் குப் பதிலாக இடம் பெயர்த்துக் கடத்தப்பட்ட பாறைத் துகள்களும், அபிரக மணிகளும் காணப் பட்டால் அவற்றைப் முதனிலைக் குவார்ட்சைட்டு (protoquartzite) என அழைக்கிறார்கள்.

இப்பாறைகளிலுள்ள குவார்ட்சு மணிகள் ஆர்த் தோகுவார்ட்சைட்டில் காணப்படுவதைப் போல முழுமையாக உராய்ந்த வட்டமான வடிவினைப் பெற்றிருக்கமாட்டா. இந்த ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட் டுப் பாறைகளில் தொல்லுயிர்ப் படிவுகள் (fossils) காணப்படமாட்டா. அப்படி எவையேனும் காணப் பட்டால் அவை தொல்லுயிர்ப் படிவுகளின் வார்ப்பு களாகவும் (cast) அச்சுகளாகவுமே (mould) காணப் படும். உறுதியான டூர்மலின் (tourmaline), சிர்கான் (zircon) போன்ற அடர் கனிமங்களுடன் உராய்ந்து தம்முடைய இயல்பான வடிவினை இழந்து வட்ட வடிவ அமைப்புடையவைகளாய் இவற்றில் கலந்து காணப்படுகின்றன.

இப் பாறைகளில் உள்ள குவார்ட்சு மணிகளை இணைக்கும் கலவை உதிரித் துகள்களில் (matrix) பெரும்பாலும் செர்ட்டும், அரிதாக ஒப்பலும் (opal) நிறைந்து காணப்படும். சில நேரங்களில் சுண்ணாம் புப் பண்பைப் பெற்ற கலவை உதிரித்துகள்களும் இவற்றுடன் காணப்படும். அப்போது அவற்றின் கனிம உட்கூறில் கால்சைட்டு (calcite), டோல மைட்டு (dolomite) போன்ற கனிமங்களின் இயல்பு கள் காணப்படும். இப் பாறைகளில் வேதியியல் சேர் மங்களின் விகிதம் (ratio) 99 விழுக்காடு சிலிக்கான் டை ஆக்சைடாகவே காணப்படலாம். அப்படிப் பட்ட ஆர்த்தோகுவார்ட்சுகளைக் கண்ணாடி செய் வதற்குரிய தாதுப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகிறார் கள். இத்தகைய ஆர்த்தோகுவாட்சைட்டுப் பாறை களில் குறுக்குப்பாய்வு வடிவ அமைப்பும் (cross bed-ding) சிற்றலைச் சுவடு (ripple marks) போன்ற வடிவ அமைப்புகளும், நீரோட்டத் ததும்பல்களின் படிவுக் குறிகளும் (current ripples) காணப்படலாம். பல ஆர்த்தோகுவாட்சைட்டுப் பாறைகளில் வட்ட வடிவமான மணல் மணிகளைத் தவிர, பெருங்கூழாங் கற்களும் காணப்படும். பல ஆயிரக் கணக்கான அடி உயரத்திற்கு இப்பாறைகள் உருவாகி அமையப் பெற்றிருப்பினும், அவற்றின் ஊடே களிமண் கலந்த படிவுப் பாறைகளையே காணமுடியாது. இவை தூய கால்சியம் செறிந்த சுண்ணாம்புப் பாறைகளுக்கும் (lime stone) டோலமைட்டு என்று அழைக்கப்படும் மக் னீசியம்செறிந்த மற்றொரு வகையான சுண்ணாம்புப் பாறைகளுக்கும் அருகில் காணப்படலாம். இப்பாறை கள் பொதுவாக மிகவும் தொன்மையான முன் கேம்பிரியன் (pre-cambrian) என்னும் 640 மில்லி யன் ஆண்டுகளுக்கும் மேலான காலத்துப் பாறை களாகவே காணப்படும். சிற்சில இடங்களில் இவற்றை விட இளமையான சற்றுப் பிந்திய காலத்துப் பாறைகளிலும் காணப்படலாம். அமெரிக்காவிலுள்ள லோரெய்ன் (lorrain) என்னுமிடத்துக் குவார்ட் சைட்டு 7,000 அடி, தடிப்புள்ள பாறையாகக் காணப் படுகிறது.

அமெரிக்காவில் உள்ள உட்டா (utah) பகுதியில் உள்ள ஆர்த்தோகுவாட்சைட்டு உலகிலேயே ஒரு பெரிய வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இவை இங்கு 10,000 அடி தடிப்புள்ளவைகளாகக் காணப் படுகின்றன. நமது நாட்டில் தென்னிந்திய முந் நீரகத் தில் (peninsular) பகுதி தார்வாரியன் (dharwarrian) காலத்துப் பாறைகளில் இவ்வகை ஆர்த்தோகுவார்ட்

சுகளை அதிகமாகக் காணலாம். இப்பாறைகள் வானிலைச் சிதைவுற்ற அனற்பாறைகளின் உருவாக்கமேயாகும். இப்பாறைகளில் காணப்படும் குவார்ட்சு மணிகள் நல்ல வட்ட உருப் பெற்றிருப்பதால் இக் குவார்ட்சு மணிகள் பலமுறை இடம்விட்டு இடம் கடத்தப்பட்டபின் இப் பாறைகள் உருவான படுகைக்குழியில் சேர்ந்து இப்பாறைகள் உருவாதலுக்கு அடிகோலியிருக்கவேண்டும். இப் பாறைகள் கடலோரப் பகுதிகளில் உள்ள மணற் பாங்கான இடங்களில் கடற்கோள்களால் கடல் தளத்தில் கொணரப்பட்டுப் படிவுப் பாறைகளாக உருவாக்கப் பெற்றிருக்கலாம். இப்பாறைகள் இவ்வகைப் படிவுப் பாறைகளாக மட்டுமல்லாது சிலநேரங்களில் உருமாற்றப் பாறைகளாகவும் காணப்படலாம். காண்க, அர்க்கோசு, கிரேவெக்கி; மணற்கல்; படிவுப் பாறைகள்.

ஞா.வி.இராசமாணிக்கம்

நூலோதி

1. Pettijohn, F.J., Sedimentary Rocks, Harper Bros., Publ. New York, 1975.
2. Folk, R.L., Petrology of Sedimentary Rocks Hemphill Publishers, Texas, 1974.
3. Blatt, H., Sedimentary Petrology, Freeman, Oxford, 1982.
4. Lassers, G., and Chilingar G.V., Diagenesis in Sediments and Sedimentary Rocks, Elsevier, Amsterdam, 1983.

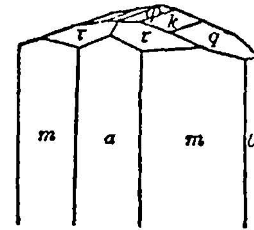
ஆர்த்தோபைராக்சின்

பைராக்சின் கனிமத் தொகுதியில் பல முக்கிய கனிமங்கள் அடங்கியுள்ளன. இவை உலகில் காணப்படும் காரத் தன்மையுள்ள பாறைகளின் (basic rocks) உட்கூறில் பெரும்பங்கேற்கின்றன. இக்கனிமங்களின் வேதியியல் உட்கூறை $RSiO_3$ என்று சுருக்கமாகக் கூறலாம். இதில் R என்பது கால்சியம் (Ca), மக்னீசியம் (Mg), இரும்பு (Fe) ஆகிய உலோகங்களைக் குறிக்கும்.

இக்கனிமப் படிகங்களைச் செஞ்சாய் சதுரப் படிகத்தொகுதி (orthorhompic system), ஒற்றைச் சரிவகத் தொகுதி (monoclinic system), முச்சரிவுத் தொகுதி (triclinic system): ஆகிய மூவகைப் படிகத் தொகுதிகளில் காணலாம். இவற்றின் கனிமப் பிளவு விளிம்புகள் ஒன்றை ஒன்று சந்திக்கும் இடத்தில் 93°, 87°C என இரு வகைக் கோணங்களில் அமைகின்றன. எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு முறையில் இவற்றின் அணு அமைப்பை நோக்கின் கீழ்க்காணும் வடிவைக் காணலாம். ஒவ்வொரு சிலிக்கான் அணுவும் ஒரு நாற் பட்டக (tetrahedron) அமைப்பின் நடுவில் காணப்படுகிறது. அதன் நான்கு மூலைகளிலும் ஒவ்வொரு ஆக்சிஜன் அணு அமைந்திருக்கும். இந்த நாற்பட்டக அமைப்புகள் ஒரு தொடர் இணைச் சங்கிலி போல் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவ்வித இணைப்பின் போது இவ்விரண்டு நாற்பட்டக வடிவிற்கிடையில் வரும் ஆக்சிஜன் அணுவைப் பகிர்ந்து கொண்டு இணைகின்றது. இவ்வாறு இணைக்கப்பட்ட நாற் பட்டக வடிவுகளின் அடுக்குகள் இப்படிகங்களின் படிக நிலை அச்சிற்கு இணையாக ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டுள்ளவைபோல் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட நாற்பட்டக வடிவுகளின் பக்கங்கள் கால்சியம், மகனீசியம், அணுக்களால் பக்கவாட்டில் மூடப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பில் மகனீசியம் அணு 5 ஆக்சிஜன் அணுக்களின் நடுவில் வீற்றிருக்கும். ஆனால் கால்சியம் அணு 8 ஆக்சிஜன் அணுக்களால் சூழப்பட்டு ஒரு திட்டவட்டமான உருவில்லாது வீற்றிருப்பதுபோல் காணப்படும். இவ்வமைப்பில் பட்டகத்திற்கு இணையான கனிமப்பிளவுகள் (prismatic cleavage) சிலிக்கானுக்கும்,ஆக்சிஜன் அணுக்களுக்கும் இடையிலுள்ள இடைவெளிகளுக்கு இணையாக உருவாகும்.

இப்பைராக்சின் தொகுதியில் செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகிற கனிமங்களுள் கீழ்க் காணும் மூன்றினை முக்கியமாகக் கூறலாம். அவை யாவன, என்ஸ்ட்டடைட்டு (enstatite), மக்னீசியம் சிலிக்கேட்டு (mg Sio_3), பிரான்சைட்டு (bronzite)-மகனீசியம் மற்றும் இரும்புச் சிலிக்கேட்டு (mg, Fe Sio_3) ஹைப்பர்ஸ்தீன் (hypersthene)-இரும்பு மற்றும் மகனீசியம் சிலிக்கேட்டு என்பனவாகும்.

என்ஸ்ட்டடைட்டு. இதன் குற்றச்சிற்கும் (a) நெட்-



படம் 1. என்ஸ்ட்டடைட்டுப் படிக அமைப்பு

(m) 110 அடிப்படைப் பட்டகம் (unit prism) (நான்கு பக்கங்கள்) (a) 100 நீள் இணைவடிவு (magre pinadoid (2 பக்கங்கள்) (b) 010 குறு இணைவடிவு (brachy pinacoid) (2 பக்கங்கள்) (r) 223 பட்டைக் கூம்பு (pyramid) (8 பக்கங்கள்) (q) 023 குறுங்குவி மாடம் (brcdhy dome) (4 பக்கங்கள்).

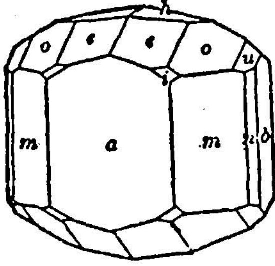
டச்சிற்கும் (b) நிலை அச்சிற்கும் (c) உள்ள நீளங்களின் விகிதத்தை 0.9702:1:0.5710 என்று குறிப்பிடலாம். இதன் வேதியியல் உட்கூறு Mg SiO_3 ஆகும். இக்கனிமப் படிகங்களில் இரட்டுறல் தன்மை மிகவும் அரிதாகவே காணப்படும். அப்படிக் காணப்பட்டால் அவ்வித இரட்டுறல் பண்பின் இரட்டுறல் தளம் (twinning plane) அதன் நெட்டச்சிற்கு இணையாக உருவாகும் பக்கமாகிய குவிமாடத்திற்கு (dome 101) இணையாக இருக்கும். அவை இரட்டுறல் படிகங்களாக ஒன்றை ஒன்று ஊடுருவித் தோன்றும்பொழுது விண்மீன் வடிவைப் பெறுகின்றன. இக்கனிமங்கள் இயற்கையில் உருவான நல்ல கனிமப் படிகங்களாகக் கிடைப்பது அரிது.

இவை பெரும்பாலும் திண்ணிய நிலையிலும் நார் போன்றும் தாள்படலம் போன்றும் (lamellar) காணப்படுகின்றன. இவற்றின் கனிமப் பிளவுகள் பட்டகப் பக்கத்திற்கு (110) இணையாகவே காணப்படும். இக்கனிமங்களில் கனிமப் பிரிவுகள் (partings) குறு இணைவடிவப் (brachy pina coid) பக்கத்திற்கு (010) இணையாகவும் செவ்விணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (100) இணையாகவும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் கனிம முறிவு (fracture) ஒழுங்கற்றதாகவே இருக்கும். இவை எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையன; இவற்றின் கடினத் தன்மை 5.5 ஆகும். இவற்றின் அடர்த்தி எண் 3.1 இலிருந்து 3.3. வரை மாறுபடலாம். இவற்றின் மிளிர்வு பளிங்கு மிளிர்வாகும். சில சமயங்களில் கனிமப் பிளவுகள் முத்துப் போன்ற மிளிர்வுடையனவாகக் காணப்படும். இக்கனிமங்கள் சாம்பல், மஞ்சள், ஆலிவ் பச்சை, பழுப்பு ஆகிய நிறங்களில் உருவாகின்றன. இவற்றின் உராய்வுத் தூள் நிறமற்றனவாகவும் சிற்சில சமயங்களில் சாம்பல் நிறத்தை ஒத்தனவாகவும் இருக்கும். இவை பெரும்பாலும் ஒளிக்கசிவுடைய (translucent) படிகங்களாகக் காணப்படும். இவற்றின் பல திசை அதிர்வு நிறமாற்றம் (pleochroism) வலுவிழந்து இருக்கும். இவை ஒளியியலாக நேர்முறைக் கனிமங்கள் ஆகும். ஒளியியல் அச்சுத்தளம் (optic axial plane) குறு இணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (010) இணையாக இருக்கும். இவற்றின் ஒளியியல் அச்சுத் தளத்தில் உள்ள விரைவு மெது ஒளி அச்சுகளுக்கு இடையில் உள்ள அச்சுக் கோணத்தின் அளவு பெரிதாகவே காணப்படும். இக்கனிமங்களில் உள்ள ஒலி அச்சுகளின் ஒளி விலகல் எண் விரைவொளி அச்சிற்கு (α) 1.650 என்றும் இடைநிலையொளி அச்சிற்கு (β) 1.653 என்றும், மெதுவொளி அச்சிற்கு (γ) 1. 658 என்றும் கணித்துள்ளார்கள். இக்கனிமங்களில் வேதியியல் உட்கூறில் இரும்பே இல்லாத சாம்பல் நிறக் கனிம வகையான, மகனீசியம் என்ஸ்ட்டடைட்டையும், எரி விண்மீன் பாறைகளில் காணப்படும் கிளாண்டைட்டு (chlandite) என்னும் ரோசான் நிறக்கனிம வகையையும், ஊசி போன்ற படிக அமைப்பைப் பெற்ற விக்டொரைட்டு) (victorite) என்னும் கனிம வகையையும் குறிப்பிடலாம். நுண்நோக்கியின் உதவியால் இக்கனிமங்களின் மெல்லிய கனிமச் சீவல்களைக் (thinsections) காணும்போது பெரும்பாலும் இவை நிறமற்றோ மஞ்சளாகவோ பச்சையாகவோ காணப்படும். இவற்றுக்கு அருகில் உள்ள ஏனைய கனிமங்களின் படிக விளிம்புகளைவிட இவற்றின் படிகவிளிம்பு தெளிவாகவும், அடர்த்தியாகவும் காணப்படும். கனிமப் பிளவுகளுக்கு இணையான நுண்நோக்கியின் அச்சுகளைக் கொணரும்பொழுது உண்டாகும் ஒளிமறைவு (extinction) இணை நிலையாக (parallel extinction) இருக்கும். இதன் கனிமப் பிளவுகளின் இடைவெளிகளில் ஏராளமான இரும்பாலான நுண்துளைகள் காணப்படும். இக்கனிமங்கள் பைரோட்டினைட்டு (pyrotenite), பெரிடோட்டைட்டு (peridotite) காப்ரோ (gabbro) மற்றும் நோரைட்டு (norite) ஆகிய அனற் பாறைகளில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் இரு உருமாற்றப் பாறைகளிலும் காணப்படும். காண்க. என்ஸ்ட்டடைட்டு; பிரான்சைட்டு.

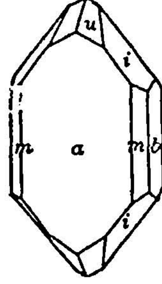
பிரான்சைட்டு. இதன் வேதியியல் உட்கூறில் என்ஸ்ட்டடைட்டில் இருப்பதைவிட அதிகமான இரும்பு இருக்கும். இவற்றின் மிளிர்வு முத்து அல்லது மணி வெண்கலம் உலோகக் கலவை போன்றது. இவை அனல் தாங்கும் (refractory) பண்பினைக் கொண்டவை. இவை என்ஸ்ட்டடைட்டிலிருந்து கொஞ்சம் கொஞ்சமாக வேதியியல் கூற்றில் மாற்றப்பட்டுச் சர்ப்பன்டைன் (serpentine) என்னும் கனிமத்தையொத்த வேதியியல் உட்கூற்றை அடையும் பொழுது இவற்றைப் பாஸ்ட்டைட்டு (bastite) அல்லது உலோக நிற மிளிர்வுக் கல் (schiller spar) என்றும் அழைக்கிறார்கள். இவற்றின் கடினத் தன்மை 3.5 இலிருந்து 4 வரை மாறும். அடர்த்தி எண் 2.5 இலிருந்து 2.7 வரை மாறுபடும். இவை பல்வகைப் பச்சை கலந்த நிறப் படிகங்களை உடையன. இவற்றின் பல திசை அதிர் நிறமாற்றம் தெளிவாகப் புலப்படா. இது ஒளியியலாக எதிர் மறைக் கனிமம். இவற்றின் ஒளிவிரவல், சரிவுத் தன்மையுடையதாகும். சிவப்பொளி, அச்சின் கோணம், நீல ஒளி அச்சுக்கோணத்தைவிடப் பெரிதாக இருக்கும் ($\gamma > v$). பாஸ்ட்டைட்டு முதன் முதலாக ஜெர்மனியில் உள்ள பாஸ்ட்டே (baste) என்னும் நகர்ப்புறத்தில் காணப்பட்டதால் இப் பெயர் இதற்கு ஏற்பட்டது.

ஹைப்பர்ஸ்த்தீன். இது மிகவும் வன்மையான கனிமம் என்பதால் இப் பெயர் பெற்றது. இதனுடைய படிக அச்சுக்களின் நீளம் குற்றச்சுக்கு 0.9713 என்றும் நெட்டச்சுக்கு 1 என்றும் நிலை அச்சுக்கு 0.5704 என்றும் கணித்துள்ளார்கள். இப் படிகங்கள் பட்டக அமைப்பிலும் (படம் 2அ)

செம்பாள வடிவிலும் (tabular) (படம் ஆ) காணப்படலாம். பெரும்பாலும் இவை மடிந்த



(அ)



(ஆ)

படம் 2. ஹைப்பர்ஸ்த்தின் படிக அமைப்பு

அ. பட்டக வகை. ஆ. செம்பானவகை.

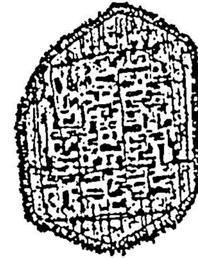
அ. பட்டக வகை

(a) 100 நீள் இணைவடிவு (macxo pinacoid) (2 பக்கங்கள்) - 1
(m) 100 அடிப்படைப் பட்டகம் (unit prism) (4 பக்கங்கள்) - 2
(n) 140 குறுஇணைப்பட்டகம் (brachy prism) (4 பக்கங்கள்) - 3
(b) 010 குறுஇணைவடிவு (brachy pinacoid) (2 பக்கங்கள்) - 4
(u) 232 குறு இணைக்கூம்புப் பட்டகம் (brachy pyramid) (8 பக்கங்கள்) - 5
(o) 111 அடிப்படைக் கூம்புப் பட்டகம் (unit pyramid) (8 பக்கங்கள) - 6
(h) 014 குவிமாட வடிவு (brachy dome) (4 பக்கங்கள் - 7)
(e) 011 குவிமாட வடிவு (brachy dome) (4 பக்கங்கள்) - 8

ஆ செம்பான வகை

(a) 100 நீள் இணைவடிவு (macro pinacoid) (2 பக்கங்கள்) - 1
(m) 110 அடிப்படைப் பட்டகம் (unit prism) (4 பக்கங்கள்) - 2
(b) 010 குறு இணைவடிவு (brachy pinacoid) (2 பக்கங்கள்) - 3
(i) 223 நீள் இணைக்கூம்புப் பட்டகம் (macro pyramid) (8 பக்கங்கள்) - 4
(u) 232 குறு இணைக்கூம்புப் பட்டகம் (brachy pyramid) (8 பக்கங்கள்) - 5

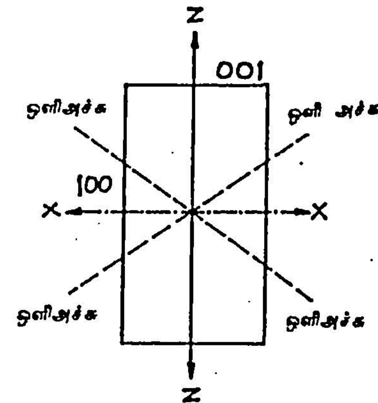
ஏடு போன்ற அமைப்புடன் (foliated) திண்ணிய நிலைக் கனிமமாகப் பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. சிற்சில சமயங்களில் பாறைகளில் கோள வடிவப் படிகங்களாகப் பதிந்து காணப்படுகின்றன. கனிமப் பிளவு என்ஸ்ட்டட்டைட்டுப் போன்று இருப்பினும் பின்னதில் உள்ளதைவிட மேலும் தெளிவாகக் காணப்படும். கடினத் தன்மை 5 இலிருந்து 6 வரையிலும் இதன் அடர்த்தி எண் 3.40 இலிருந்து 3.500 வரையிலும் மாறுபடும். கனிமப் பிளவுகளில் முத்துப் போன்ற மிளிர்வும் ஏனைய பகுதிகளில் உலோக மிளிர்வும் காணப்படும். இவை அடர்ந்த பழுப்பு, பச்சை, கருப்புக் கலந்த சாம்பல் ஆகிய நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உராய்வுத் துகள்கள் சாம்பல் நிறத்தையொத்தனவாகவோ பழுப்புக் கலந்த சாம்பல் நிறத்தையொத்தனவாகவோ இருக்கும். இதன் படிகங்கள் ஒளிக் கசிவுத் தன்மை பெற்றவை. பலதிசை அதிர்வு நிறமாற்றம் இதில் மிகத் தெளிவாகக் காணப்படும். இப்பலதிசை அதிர்வு நிறமாற்றத்தின்படி, விரைவொளி அச்சிற்கு இணையாகப் பழுப்புக் கலந்த சிகப்பு நிறத்தையும், இதன் இடை ஒளி அச்சிற்கு இணையாகச் சிவப்பு நிறத்தையும், இதன் இடை ஒளி அச்சிற்கு இணையாகச் சிவப்புக் கலந்த மஞ்சள் நிறத்தையும் மெது ஒளி அச்சிற்கு இணையாகப் பச்சை நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும் (படம் 4 அ, ஆ). இது ஒளியியலாக எதிர்மறைக் கனிமம் ஆகும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் விரைவொளி அச்சிற்கு 1.692 என்றும் இடையொளி அச்சிற்கு 1.702 என்றும் மெதுவொளி அச்சிற்கு 1.705 என்றும் கணித்துள்ளார்கள். இக்கனிமங்கள் இவற்றின் அடி இணை வடிவுப் பக்கத்திற்கு (basal pinacoid) இணையாக உள்ள தளங்களில், புரூக்கைட்டு, கோயித்தைட்டு (goethite), ஹேமடைட்டு ஆகியவற்றின் கனிமத் துகள்கள் கனிமப் பிளவுகளின் இடைவெளிகளில் (படம் 3) வரிசையாக உள்ளடக்கப்பட்டுள்ள துகள்களாகப் பொதிந்து காணப்படும்.



படம் 3. ஹைப்பர்ஸ்த்தீன் கனிமத் துகள்

இக்கனிமங்கள் முச்சரிவுப் படிகக் கட்டமைப்பைப் பெற்றுள்ள பிளஜியோகிளேசு ஃபெல்ஸ்ப்பாராகிய லெபரடோரைட்டு (labradorite) என்னும் கனிமத்துடன் தொடர்புற்று அடிக்கடி நோரைட்டு, காப்ரோ, ஹைப்பரைட்டு (hyperite) ஆகிய அனற்பாறைகளிலும் அலைகளுக்குச் சமமான வெளி உமிழ்வுப் அனற்பாறைகளிலும் காணப்படும்.

ஆர்த்தோபைராக்சின் கனிமங்கள், பெரும்பாலும் தூய தனிப்பட்ட கனிமங்களாக ஒரு குறிப்பிட்ட வேதியியல் உட்கூறுடன் காணப்படுவது அரிது. இவற்றில் மகனீசியம், இரும்பு இரண்டும் ஒன்றை ஒன்று தொடர்ந்து வேதிப் பரிமாற்றம் கொண்டு வேறுபாடின்றி ஒத்த உருவம் பெற்றனவாய்ப் படிக



படம் 4. ஆர்த்தோபைராக்சின் ஒளியியல் அச்சுகள்

அ. என்ஸ்டட்டைட்டு ஆ. ஹைப்பர்ஸ்த்தீன்.

அ. படத்தில் இரு ஒளி (விரைவு, மெது) அச்சுக்களின் குறுங்கோணம் (acute optic axial angle) மெது ஒளி அச்சால் இரு சமமாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஆ. படத்தில் அதுவே விரைவு ஒளி அச்சால இரு சமமாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது.

மாகின்றன. இந்தப் பண்பினைக் கொண்டுள்ள ஆர்த்தோபைராக்சின் கனிமத் தொடரை (mineral series) என்ஸ்ட்டனைட்டுத் தொகுதி (enstenite group) என்று அழைக்கிறார்கள். இத்தொகுதியின் ஒரு முனை என்ஸ்ட்டட்டைட்டு மக்னீசியம் செறிந்ததாகவும் (mangan enstatite) மற்றொரு முனை இரும்பு செறிந்த ஃபெர்ரோ ஹைப்பர்ஸ்த்தினாகவும் (ferro hypersthene) காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு இதன் வேதியியல் உட்கூறில் இக்கனிமங்கள் மக்னீசிய முனையினின்று இருப்பு முனைவரை வெவ்வேறு வேதியியல் உட்கூற்றை அடைவதால் இவற்றின் பண்புகளில் இரும்பு அதிகமாக அதிகமாகப் பல திசை அதிர்வு நிறமாற்றம் வலுவடைந்து கொண்டே போகிறது. மக்னீசியம் செறிந்த என்ஸ்ட்டடைட்டில், இதன் ஒளியியல் அச்சுத் தளத்தில் ஏற்படுத்தப்பட்ட குறுகிய கோணத்தை மெது ஒளி அச்சை இருசமமாகப் பிரிக்கிறது (படம் 4 அ). ஆனால் இரும்பு நிறைந்த கனிமத்தில் இந்த இடத்தில் விரைவு ஒளி அச்சுக் காணப்படுகிறது (படம் 4 ஆ). இதனால் மகனீசியம் செறிந்த என்ஸ்ட்டட்டைட்டு நேர்மறைக் கனிமமாகவும் இரும்பு செறிந்த ஹைப்பர்ஸ்த்தீன் எதிர்மறைக் கனிமமாகவும் அமைகின்றன. இயற்கையில் அமிலப் பாறைகளில் என்ஸ்ட்டட்டைட்டு நிறைந்தும் காரப் பாறைகளில் ஹைப்பர்ஸ்த்தினும் நிறைந்துக் காணப்படுகின்றன.

ஞா. வி. இராசமாணிக்கம்

நூலோதி

1. Ford. W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

2. Winchell, A.N., Winchell, H.R., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.

3. Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., An Introduction to the Rock-forming minerals, ELBS, England, 1983.

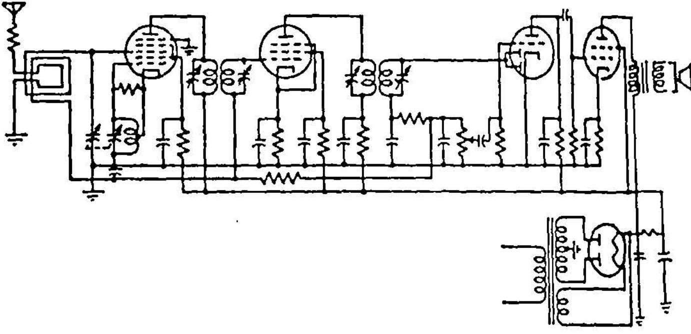
4. Milovsky, .V., Kononov O.V., Mineralogy Mir Publishers, Moscow., 1978.

ஆர்ப்பிமென்ட்

காண்க. செவ்வரிதாரம்.

ஆர்ம்ஸ்டிராங், எட்வின் எச்.

தமது தொடர்ச்சியான அறிவாழம் மிக்க அடிப்படைச் சுற்றுவழி வடிவமைப்புக்களால் தற்கால வானொலி மற்றும் மின்துகளியலின் அடிப்படையை உருவாக்கியவர் எட்வின் ஹெச் ஆர்ம்ஸ்டிராங் (Armstrang Edvin H.) ஆவார். இவர் கல்வி கற்கும் காலத்திலேயே மீளாக்கச் சுற்றுவழி (regenerative circuit) ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தார். இதுவே முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட, குறிப்பு அலைகளை (signals) மிகைப்படுத்திய, முதல் அலைவாங்கி (receiver) ஆகும். மேலும் முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட, நம்பகம் மிக்க தொடர்ச்சியான அலைகளைச் செலுத்திய, அலைச் செலுத்தியுமாக (transmitter) வும் இது அமைந்தது. இவர் 1918 இல்



கண்டுபிடித்த, மிகப் பரவலாகப் பயன்படும் சுற்றுவழி, மிகைப்பன்மை இயக்கச் சுற்றுவழி (super heterodyne circuit) ஆகும். இந்தச் சுற்று வழி மிகவும் துல்லியமாகத் தான் பெறும் குறிப் பலைகளைத் தெரிந்தெடுத்து, அதில் உள்ள குறிப்பு களைப் பிரித்தெடுத்து, மிக மெலிந்த உயரலைவெண் உள்ள மின்காந்த அலைகளையும் திறன்மிகுத்துச் செயல்படவல்லது. தற்காலத் தொலைக் காட்சி, ராடார், வானொலி ஆகியவற்றின் அலைவாங்கி களில் 100 க்கு 98 பங்கு இத்தகைய சுற்றுவழிகளே உள்ளன. இவர் 1933-இல் அகலப்பட்டை அலை வெண் குறிப்பேற்ற முறையைக் கண்டறிந்தார். இது அலைவெண் குறிப்பேற்ற வானொலி முறைக்கு வழி வகுத்தது. இந்த வானொலி முறை கேள் ஒலியின் பெரும்பாலான இயற்கை அலைவெண் பகுதிகளை முழுமையாகவும் நிறைவாகவும் குறையின்றியும் இரைச்சல் இன்றியும் ஒலிபரப்ப வல்லது.

இவருடைய வாழ்க்கை நியுயார்க் நகரத்தைச் சுற்றியே அமைந்தது. இவர் 1890 டிசம்பர் 18 ஆம் நாள் மென்ஹாட்டன் மாவட்டத்திலுள்ள பழைய செல்சீ (old chelsea) நகரில் பிரஸ்பிடேரியன் என்ற குடும்பத்தில் பிறந்தார், அதே மாவட்டத்தில் பிறந்த இவருடைய தந்தை ஒரு நூல் வெளியீட்டாளர். இவருடைய தாய் ஒரு பள்ளி ஆசிரியை. மிக நாணம் மிக்க இளைஞராய் இருந்த ஆர்ம்ஸ்டிராங் இளம் பருவம் முதலே பொறிகளிலும் இருப்புப் பாதைத் தொடர் வண்டிகளிலும் மற்றும் பிற எந்திரப் பகுதி களிலும் ஈடுபாட்டுடன் இருந்தார். இவர் தமது 14 ஆம் வயதில் கக்ளீல்மோ மார்க்கோனி (Guglielmo Marconi) முதன்முதல் கம்பியில்லாத் தொலைவரி முறையில் செய்தியை அட்லாண்டிக் கடல் வழியாகப் பரப்பியபோது தாமும் ஒரு புதுமைப் புனைவாள ராகத் திகழவேண்டும் எனத் தீர்மானம் செய்து கொண்டார். இவர் ஒரு கம்பியில்லாத் தொலைவரிக் கருவியைப் படைத்துப் புறநகர்ப் பகுதிகளில் சென்று தமது ஆராய்ச்சிகளில் மறைமுகமாக ஈடுபடலானார் இவருக்குப் பூப்பந்து ஆட்டத்திலும் பொறி உந்துகள் ஓட்டுலதிலும் இருந்த ஆர்வத்தைத் தவிர வேறு எதிலும் இவருடைய ஆர்வம் கவியவில்லை. அக் காலத்தில் இருந்த மிகக் கரடுமுரடான கம்பியில்லாத் தொலைவரி அமைப்பை மேலும் வளமான உறுப்புக் களால் இவர் செழுமைப்படுத்த விரும்பினார். தமது பள்ளிப் படிப்பை முடித்ததும் கொலம்பியாப் பல்கலைக்கழகத்தின் பொறியியல் துறைக்குத் தமது ஆராய்ச்சியை நடத்தச் சென்றார். கொலம்பியாவில் தமது முதலாண்டில் மிக முக்கியமான கண்டுபிடிப்பு ஒன்றை உருவாக்கினார். கம்பியில்லாத் தொலை வரிக்காக நல்ல கருவிகளைக் கண்டறிய விரும்பிய வர்களுக்கு 1906-இல் லீ டீ பாரஸ்ட் (Lee De Forest) என்பவரால் கண்டறியப்பட்ட ஆடியான் என்ற மும்முனைய வெற்றிடக்குழல் பற்றி ஏதும் தெரியாது. ஆர்ம்ஸ்டிராங் அந்தக் குழலை ஆராய்ச்சி செய்து பலவித அளவுகளை எடுத்துப் புதியதொரு சுற்றுவழியை அதாவது மீள் ஆக்கமும் பின்னூட்ட மும் (feedback) உடையதொரு சுற்றுவழியை 1912 ஆம் ஆண்டு இலையுதிர் காலத்தில் கண்டறிந்தார். இது குறிப்பலையை 1000 மடங்குக்கு அதிகமாக மிகைப்படுத்தியது. மிக உயர்ந்த மிகைப்பின் எல்லை யில் இதே சுற்றுவழி ஓர் அலைவு இயற்றியாகச் (oscillator) செயல்படுவதையும் கவனித்தார். இது இன்றும் வானொலி, தொலைக்காட்சி அலைபரப் பலில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஆர்ம்ஸ்டிராங்கின் இந்தக் கண்டுபிடிப்பை எதிர்த்து லீ டீ பாரஸ்ட் கிட்டத்தட்ட 14 ஆண்டுகள் தொடர்ந்து வழக்காடி னார். சட்ட வல்லுநர்களால் தவறுதலாகப் புரிந்து கொள்ளப்பட்டு வழக்கு லீடீபாரஸ்ட் பக்கம் வெற்றி பெற்றது. என்றாலும் அறிவியல் அறிஞர்களின் கழ கம் இந்த முடிவை ஏற்றுக் கொள்ளவில்லை. ஆர்ம்ஸ் டிராங்கிற்கு வான்வெளிப் பொறியாளர்களின் கழகம் இந்தக் கண்டுபிடிப்பிற்கு முன்னரே தந்த பொற் பதக்கத்தைத் திரும்பப் பெற்றுக்கொள்ள மறுத்து விட்டது. மேலும் இவரது கண்டுபிடிப்புக்காக மிக உயர்ந்த அமெரிக்க நாட்டு அறிவியல் பதக்க மான பிராங்கிளின் பதக்கமும் இவருக்கே தரப்பட் டது. இந்தப் பதக்கம் இவரது மீளாக்கச் சுற்றுவழி பற்றிய கண்டுபிடிப்பிற்காகத் தரப்பட்டதாகும். இந் தக் கண்டுபிடிப்பு மின்துகளியலில் புதிய கால கட் டத்தை உருவாக்கியதோடு ஆர்ம்ஸ்டிராங்கின் வாழ் விலும் மாபெரும் நலனை விளைவித்தது. இவர் கொலம்பியாவில் ஆசிரியராக இருந்து, பின்னர் அமெரிக்க நாட்டுப் படையின் செய்திப் பிரிவில் முதல் உலகப் போரில் பாரிஸ் நகரத்தில் இருந்த போது, கண்டுபிடித்த பன்மை மீளாக்க மிகைப்புச் (amplification) சுற்றுவழியைவிடச் சிறந்ததான மிகை பன்மை இயக்கச் சுற்றுவழியைக் கண்டுபிடிக்க வழி வகுத்தார். இக்கண்டுபிடிப்பு, போருக்குப் பின்னர் அமெரிக்க வானொலிக் கழகத் தலைவராக இருந்த

டேவிட் சார்னோஃப் (David Sarnoff) என்பாருடன் ஆர்ம்ஸ்டிராங் தொடர்பு கொள்ளக் காரணமாயிற்று. சார்னோஃபிடம் துணைச் செயலாளராக இருந்த அம்மையை இவர் திருமணம் செய்து கொண்டார். போர் முடிந்ததும் இவர் கொலம்பியாவுக்குத் திரும்பி இயற்பியலில் மாபெரும் வல்லுநராக இருந்த புதுமைப் புனைவாளர் மைக்கேல் பூப்ஃபினுக்கும் (Michel Bufin) அவருடைய ஆசிரியருக்கும் உதவியாளராகப் பணி புரிந்தார். இந்தக் காலத்தில் இவர் தமது கண்டுபிடிப்புக்கான பதிவுரிமம் பெற்று, அதைப் பல நிறுவனங்களுக்கு விற்றுப், பணமும் புகழும் சேர்த்தார். 1920 இல் இவர் ஒருமாபெரும் கோடீஸ்வரர் ஆனார். எனினும் இவர் கொலம்பியாவில் கல்வி கற்பித்தும் ஆராய்ச்சிக்குத் தொடர்ந்து பண உதவி செய்தும் பூப்ஃபினுடன் ஒத்துழைத்தும் வந்தார்.

1933 இல் இவர் 4 சுற்றுவழிகளுக்கான பதிவுரிமங்களைப் பெற்றார். இந்த 4 சுற்றுவழிகளும் வானொலியில் புதியதொரு கருவி அமைப்பை உருவாக்கி அலை செலுத்தி முதல் அலைவாங்கி வரை முற்றிலும் புரட்சிகரமான மாற்றம் அமைத்தன. முன்பு செய்தது போன்ற அலைவீச்சில் குறிப்பலைகளை ஏற்றாமல் அலைவெண்ணில் குறிப்பலைகளை ஏற்றிய முறை அலைபரப்புப் பட்டையை மிக அகலமாக்கி வானொலியின் உயர் நம்பகத் தன்மையையும் செயல் திறமையையும் உருவாக்கியது. இந்த அலைவெண் முறையில் குறிப்பலைகளை (signals) வானில் உள்ள மின்புயல்களால் அலைவீச்சு முறையை மாற்றுவதுபோல மாற்ற இயலாது. இதனால் எந்த நிகழ்ச்சியையும் இரைச்சல் இன்றியும் மாற்றம் இன்றியும் உயர் நம்பகத்துடனும் ஒலிபரப்பித் தெளிவாகக் கேட்க முடிந்தது.

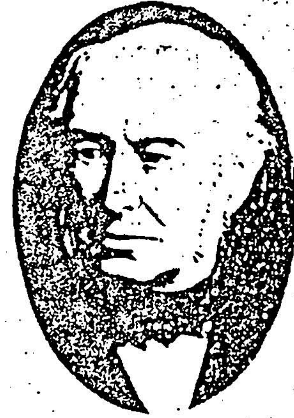
இந்த முறையைக் கடைப்பிடிக்கப் பலவித மாற்றங்களை உண்டாக்க வேண்டி இருந்ததால், முதலில் வானொலி, தொலைக்காட்சி செய்யும் நிறுவனங்கள் இதில் ஈடுபடவில்லை. 1939 இல் ஆர்ம்ஸ்டிராங் தாமாகவே ஒரு தனி அலைவெண் குறிப்பேற்ற வானொலி நிலையத்தை ஆய்வுக்காக நிறுவிக் காட்டினார். இதற்கு மூன்று இலட்சம் டாலர்கள் செலவு ஆயின. மேலும் இதை விரிவாக்க இவர் இரண்டாம் உலகப் போரின் போதும் தளராது உழைத்து வந்தார். போருக்குப்பின் ஏற்பட்ட கட்டுப்பாடுகளினாலும் இவர் முயற்சி தளரவில்லை. நாளாக நாளாக அலைவெண் குறிப்பேற்றமுறை நடைமுறையில் வெற்றிகரமாகச் செயல்படத் தொடங்கியதும் இவர் மற்றொரு வழக்கைச் சந்திக்க வேண்டி நேர்ந்தது. இந்த வழக்கில் முதுமையின் காரணமாகவும் நோய் வாய்ப்பட்டு இருந்தமையாலும் 1954 இல் இவர் தம் செல்வம் அனைத்தையும் இழந்துவிட்டார்.

இந்தக் காலகட்டம் இவருடைய அறிவியல் மற்றும் புதுமைப்புனைவின் பெருமையைப் பலரும் உணர வழிவகுத்தது. தற்காலத்தில் இம்முறை அலைவெண் குறிப்பேற்றமுறை வானொலி, தொலைக்காட்சியின் ஒலிப் பிரிவு, இயங்கும் வானொலி (mobile radio) நுண்ணலை உயர்த்திகள் (microwave relays), செயற்கைக்கோள் செய்தித் தொடர்பு (satelite communication) ஆகிய பல நடைமுறைப் பயன்பாடுகளில் வெற்றிகரமாக நிலவுகின்றது. இவர் இறந்ததும் மின்னியல் அறிஞர்களான பிரெஞ்சு நாட்டு இயற்பியலாளர், கணித இயலாளர், ஆந்திரே மரி ஆம்பியர், தொலைபேசியினைக் கண்டறிந்த அலெக்சாந்தர் கிரகாம்பெல், ஆங்கில மின்னியல் முனைவரான மைக்கேல் ஃபாரடே, கம்பியில்லாத் தொலைவரியைக் கண்டறிந்த இத்தாலிய அறிவியலாளரான கக்ளீல்மோ மார்க்கோனி ஆகியவருடன் சம நிலையில் வைக்கப்பட்டு அனைத்துலகத் தொலைத் தொடர்புக் கழகத்தால் மதிக்கப்பட்டார்.

உலோ. செ.

ஆர்ம்ஸ்டிராங், சர் வில்லியம் ஜார்ஜ்

நார்தம்பர்லேண்டின் (Northumberland) டைனைச் (Tyne) சார்ந்த நியூகாசில் (New Castle) எனும் இடத்தில் 1810 நவம்பர் 26 ஆம் நாள் சர் வில்லியம் ஜார்ஜ் ஆர்ம்ஸ்டிராங் பிறந்தார். கி.பி. 1900, டிசம்பர் 27 ஆம் நாள் கிராக்சைடு (Crackside) என்னும் இடத்தில் இயற்கை எய்தினார்.



சர் வில்லியம் ஜார்ஜ் ஆர்ம்ஸ்டிராங்

இவர் உயர் அழுத்த நீரியல் எந்திரங்களைக் கண்டறிந்தார். துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பையும், தயாரிப்பையும் புரட்சிகரமாக மாற்றி அமைத்தவர். தம் வாழ்நாளில் ஒரு தலைசிறந்த பொறியாளராகவும், தொழிலதிபராகவும் திகழ்ந்தவர். 1847 இல் சட்டப் பயிற்சியை விட்டுவிட்டு அறிவியல் ஆய்வுக்காகத் தமது வாழ்க்கையை இவர் ஒதுக்கத் தொடங்

கினார். இவரது முதல் கண்டுபிடிப்பு கொள்கலனில் இருந்து இரும்புக் குழாய்கள் வழியாக வெளியேறும் அழுத்த நீரால் மின்சாரத்தைத் தோற்றுவிக்கும் நீர்மின் எந்திரத் தொகுதி (hydel power plant ஆகும். பிறகு இவர் நீரியல் ஏந்திகளைச் (hydraulic cranes) செய்யும் தொழிலகம் ஒன்றை டைனில் உள்ள எல்ஸ்விக் என்ற இடத்தில் நிறுவினார். இவர் கண்டுபிடித்த நீரியல் எந்திரங்கள் நீர் அணை அல்லது தக்கங்களைச் சார்ந்து இயங்கியதால் 1950 இல் இவர் ஒரு நீரியல் சேமக்கலத்தையும் (hydraulic accumulator) கண்டறிந்தார். இதைக் கொண்டு பொருள் இயற்றிகள், சுழல் மேடைகள், மதகு வாயில்கள் ஆகியவற்றை எந்தச் சூழ்நிலையிலும் இயக்கலாம் என நிறுவினார். இவர் பிறகு கிரிமியா வில் (Cremea) இருந்த பிரிட்டன் நாட்டுப் படைக் கலக்கருவிகளை வலிவுபடுத்தினார். வெண்கலம், வார்ப்பு இரும்பு ஆகியவற்றின் வெடிப்புத் தடை மிகக் குறைவாக இருந்தாலும் அவற்றைச் சுற்றிலும் உள்ள உருளைக்கு வெடிப்பின்போதுதான் இழுப்பு விசை இருப்பதால் பிற அடுக்குகள் மிகுந்த தடை யைத் தந்தன. எனவே, இவர் நடுவில் உள்ள எஃகு குழாயில் உலோக வளையங்களை உள்ளிட்டு அவற்றுடன் ஒரு தேனிரும்பாலான நீளமான சுருளைச் (helix) குழாய்க்குள் பற்றவைத்து இணைத் தார். இந்தச் செயல்முறை பெரும்பாலோரால் துப்பாக்கியில் வெற்றிகரமாகப் பின்னாளில் பின்பற்ற பட்டது. இவர் 1843 இல் இராயல் கழகத்தின் (Royal Society) ஆய்வு உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக் கப்பட்டார்.

உலோ. செ.

ஆர்ம்ஸ்டிராங், நீல் ஆல்டென்

அமெரிக்க நாட்டு விண்வெளி வீரர். ஆல்டென் ஆர்ம்ஸ்டிராங் (Neil Alden Armstrong) நிலவில் முதன் முதலில் அடிவைத்தவர். இவர் 1930 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டுத் திங்கள் 5 ஆம் நாளன்று ஒகியோ நகரைச் சார்ந்த வேபகோநெட்டா எனும் இடத்தில் பிறந் தார். இவர் தமது 16 ஆம் அகவையில் உரிமம் பெற்ற வான ஊர்தி வலவர் (ஓட்டுநர்) ஆனார். 1947 இல் வான்துறைப் படைவீரர் ஆகத் தேர்ந் தெடுக்கப்பட்டார். இவர் பர்டியூ (Purdue) பல் கலைக் கழகத்தில் வான ஊர்திப் பொறியியல் கல்வி கற்றுக்கொண்டிருக்கும்போது 1950 இல் கொரியப் போர் நிகழ்ந்ததால் படிப்பை விட்டுவிட்டுப் படை யில் சேர்ந்தார். இவர் அந்தப் போரில் 78 அதிரடிப் போர் ஆயத்தங்களில் கலந்து கொண்டார். ஒரு முறை சுடப்பட்டார். இவருக்கு மூன்று வான் பதக் கங்கள் கிடைத்தன. 1955 இல் வான் ஊர்தி இயலின் தேசிய ஆய்வுரைக் குழுவுக்காகப் பொது ஆராய்ச்சி



நீல் ஆல்டென் ஆர்ம்ஸ்டிராங்

வலவர் (pilot) ஆனார். பிறகு 'நாசா' (NASA) நிறு வனத்தில் சேர்ந்தார். பல்வேறு மிகை ஒலிவேகப் போர்க் கலங்களைச் சோதிக்கவும் X-15 ஏவூர்தி வான் கலங்களைச் சோதிக்கவும் ஏறத்தாழ 1,100 மணிகளுக்குமேல் வானில் பறந்துள்ளார்.

1962 இல் விண்வெளித் திட்டத்தில் இரண்டா வது விண்வெளி வீரர்கள் குழுவில் சேர்ந்தார். விண்வெளியில் பறந்து கொண்டிருந்த அஜினா என்ற ஆள் இல்லா வான ஊர்தியுடன் ஆளுடைய முதல் விண்வெளிக் கலத்தை இணைப்பதற்கு 1966-ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்கள் 16-ஆம் நாள் ஜெமினி-8 இன் கட்டளை வலவராய் வான்படை மேஜர் டேவிட் ஆர் ஸ்காட்டுடன் முயற்சி செய்து அதில் வெற்றி பெற்றார். கலம் இணைந்ததும் ஏவூர் தியின் தள்ளுவிசைக்கலம் பிழையுற்றதால் அஜினா ஏவூர்தியிலிருந்து இவர்களுடைய ஊர்தி பிரிக்கப் பட்டது. பிறகு ஆர்ம்ஸ்டிராங் ஜெமினி ஊர்தி யினைக் கட்டுப் படுத்தி நெருக்கடி நிலையிலும் வெகுவேகமாகப் பசிபிக் கடலில் விழிப்புடன் இறங் கினார். 1969 ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் 16 ஆம் நாள் எட்வின் இ. ஆல்டிரின், மைக்கேல் காலின்ஸ் ஆகிய இருவருடன் ஆர்ம்ஸ்டிராங் 'அப்போலோ' விண்வெளிக் கலத்தில் நிலவை நோக்கிப் புறப்பட் டார். நான்கு நாள்களுக்குப் பிறகு மாலை 04.18 மணி அளவில் அமைதிக் கடலின் தென்மேற்கு முனையில் ஒரு சமதளத்தில் ஈகிள் (eagle) என்ற தனது நிலா இறங்கு ஊர்தியை இறக்கினார். 1969 ஜூலை 20 ஆம் நாள் 10.56 மணி அளவில் ஆர்ம்ஸ டிராங் ஈகிள் என்ற ஊர்தியிலிருந்து நிலவினுடைய தூசுப் பரப்பில் இறங்கினார். அவர் வைத்த அந்த அடி மனிதனுக்கு ஒரு சிறிய அடியானாலும், மனித குலம் முழுமைக்கும் மாபெரும் பாய்ச்சலாய் (leap) அமைந்தது. அவரும் ஆல்டிரினும் நிலவில் 21 மணி நேரம் 37 மணித்துளிகள் தங்கி நிலவின் மண்ணை யும் கல்மாதிரிகளையும் பல புகைப் படங்களையும்

எடுத்தனர். பல அறிவியல் கருவிகளை இறக்கி நிறுவினர்.

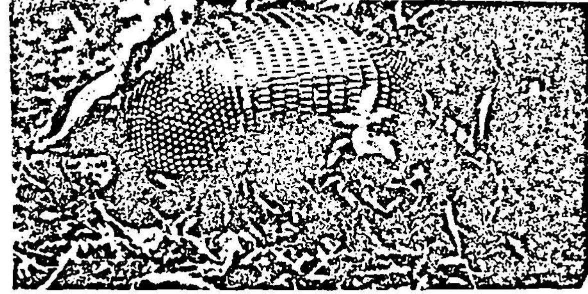
இருவரும் ஜூலை 21 ஆம் தேதி நிலவில் இருந்து எழுந்து புவி உலகை நோக்கிப் புறப்படத் தொடங்கினர். ஜூலை 24, 12 51 மணி அளவில் பசிபிக் கடலில் இறங்கிய பிறகு அவர்கள் 18 நாள்கள் மருத்துவப் பாதுகாப்பில் வைக்கப்பட்டனர். இது நிலவில் உள்ள நுண்ணுயிர்கள் புவியில் வந்து மாசு ஏற்படுத்துவதைத் தடுப்பதற்கே ஆகும். பிந்திய நாள்களிலும், இவர்களது 21 நாள் தேசியப் பயணத்தின் போதும் இவர்கள் மூவரும் அண்டத்தை ஆய்வதில் படைத்த புதிய காலக் கட்டத்தினை நினைந்து பெரிதும் மதிக்கப்பட்டனர். காண்க, நிலாப்பயணம்.

உலோ.செ

ஆர்மடில்லோ

அமெரிக்காவில் வாழும் ஒரே எறும்புத்தின்னி விலங்கினம் இது. ஒன்பது பொதுவினங்களைச் சேர்ந்த ஏறத்தாழ 20 சிறப்பினங்கள் தென் அமெரிக்காவின் வெப்ப மண்டல, மித வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளின் திறந்தவெளிகளிலும் காடுகளிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் டாசிப்பஸ் நாவெம்சிங்டஸ் (*Dasypus novemcinctus*) என்னும் ஒன்பது பட்டைச் செதில்களுடைய சிறப்பினம் நன்றாக அறியப்பட்ட ஒன்று. ஆர்மடில்லோக்கள் (armadillos) சாதுவான இயல்புடையவை; இரவில் நடமாடுபவை; தரைக்கடியில் வளை தோண்டித் தனியாகவோ கூட்டமாகவோ வாழ்பவை. வளைகள் தரை மட்டத்திலிருந்து இரண்டிலிருந்து மூன்றடி ஆழத்தில் அமைக்கப்படுகின்றன.

ஆர்மடில்லோக்களின் உடல் நீளமும், பருமனும் இனத்துக்கினம் வேறுபடுகின்றன. கிளாமிஃபோரஸ் டிரங்கேட்டஸ் (*chlamyphorus truncatus*) என்னும் இனம் 16 செ.மீ. நீளமுள்ளது. பிரைமோடாண்டஸ் ஜைஜாண்டியஸ் (*priodontes giganteus*) எனப்படும் பேருரு ஆர்மடில்லோ வாலைத் தவிர்த்து 0.9 மீ. நீளமும், ஏறத்தாழ 60 கி.கி. எடையும கொண்டது. உடலை மூடியுள்ள கவசம் (armour) இவற்றுக்குச் சிறந்த பாதுகாப்பையளிக்கிறது. செம்பழுப்பு நிறமுள்ள இக்கவசம் சிறிய வட்ட வடிவ எலும்புத் தகடுகளால் ஆனது. நெருக்கமாக அமைந்த இததகடுகளின்மீது கொம்புப் பொருளாலான தோல் படர்ந்துள்ளது. மேலும் தகடுகளுக்கிடையில் அமைந்துள்ள மென்தோலில் மயிர்கள் உள்ளன. மயிரின் அடர்த்தியும் நீளமும் இனத்துக்கினம் வேறுபடும் கவசம் குறுக்குவாட்டத்தில் இரண்டு பகுதிகளாக அமைந்துள்ளது. முதற்பகுதி முன்னங்கால்கள் வரையிலும், பின்புறம் அமைந்துள்ள இரண்டாம் பகுதி, பின்னங்கால்களை மூடும் வகையிலும் அமைந்துள்ளன. இரண்டு பகுதிகளுக்குமிடையில் குறுக்குவாட்டத்தில் எலும்புத் தகடுகள் வரிசையான பட்டைகளாக அமைந்துள்ளன. இச்செதில் பட்டைகள் உடலைப் பாதுகாத்தாலும் உடலுறுப்புகளின் இயக்கத்துக்குத் தடையாக இருப்பதில்லை. இப்பட்டைகளின் எண்ணிக்கை வெவ்வேறு பொதுவினங்களில் வேறுபடுகின்றன. டொலிப்பியூட்டஸ் (*Tolypeutes*) எனப்படும் 3 பட்டைப் பொதுவினம், யூஃப்ராக்டஸ் (*Euphractus*) எனப்படும் 6 பட்டைப் பொதுவினம், டாசிப்பஸ் (*Dasypus*) எனப்படும் 9 பட்டைப் பொதுவினம் என்பவை அவற்றின் அசையும் இயல்புடைய பட்டைச் செதில் வரிகளின், எண்ணிக்கையைக் கொண்டு பெயரிடப்பட்டன. கவசத்தின் தொடர்ச்சி தலைப்பகுதியிலும் உள்ளது. வாலும் குறுக்குவாட்டத் தொடராக அமைந்த வளையங்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. விலங்கின் வயிற்றுப்பக்கத்தில் அடர்ந்த மயிரும் அங்கொன்றும் இங்கொன்றுமாக எலும்புச் செதில்களும் உள்ளன.



ஒன்பது பட்டை ஆர்மடில்லோ

ஆர்மடில்லோவின் முகம் நீண்டது. காலகள் குட்டையானவை. கால்களில் வளைந்த வலிமையான கூர்நகங்கள் உள்ளன. முன்னங்கால்களிலுள்ள கூர்நகங்களில் நடுவிலுள்ளது சற்றுப் பெரியது. அரிவாள் போன்றது. வேரும், எனாமலும் அற்ற ஏறத்தாழ நூறு சிறிய பற்கள் உள்ளன. கனமான கவசத்தின் காரணமாக ஆர்மடில்லோக்கள் எடைமிக்கவையாக இருந்தாலும் நீரில் எளிதாக நீந்தக்கூடியவை. நீந்தும்போது மிதப்பதற்கு உதவியாகக் காற்றை விழுங்கிக் குடல் பகுதியில் வைத்துக் கொள்கின்றன. தாவரங்கள், பூச்சிகள், ஓணான்கள், பாம்புகள், மண்புழுக்கள், சிலந்திகள், நத்தைகள், போன்றவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன. இவற்றைத் தவிர எறும்புப்புற்றுகளையும் கறையான் புற்றுகளையும் கூர்மையான நகங்களால் சிதைத்து, நீண்ட, ஒட்டுந்தன்மையுடைய நாக்கால் அவற்றை ஒற்றியெடுத்து உண்ணுகின்றன. அச்சுறுத்தப்படும் போது இவை வியத்தகு வேகத்தில் ஓடி மறைகின்றன, அல்லது வளை தோண்டிப் பதுங்கிக் கொள்ள

முயலுகின்றன. 3 பட்டைச் செதில்களுள்ள இனத்தைச் சேர்ந்தவை தலையையும் கால்களையும், கலசத்துக்குள் உள்ளிழுத்துக் கொண்டு உடலைப் பந்து போல் சுருட்டிக்கொள்கின்றன. இறுதி முயற்சியாகவே தங்கள் கூர்நகங்களின் உதவியுடன் போராடுகின்றன.

ஒன்பது பட்டை ஆர்மடில்லோவின் இனப்பெருக்கம் பற்றிய குறிப்புகள் நன்கு அறியப்பட்டுள்ளன. இவ்வினத்தில் ஜூலை-ஆகஸ்டு மாதங்களில் இனச்சேர்க்கை நிகழ்கிறது. கருவுறுதலுக்குப்பின் கரு முட்டை கருப்பையில் சிறிது காலம் ஒட்டாமல் இருந்து பின்புதான் கருஒட்டுதல் (implanation) நடைபெறுகிறது. கருவளர் காலம் 120 நாள்கள். சில இனங்களில் இக்காலம் 65 நாள்கள் முதல் வேறுபடுகிறது. ஒவ்வோர் ஆண்டும் பிறக்கும் குட்டிகளின் எண்ணிக்கை நான்காகவோ, நான்கின் மடங்காகவோ இருக்கும். ஒரே கருமுட்டை பிரிந்து அதிலிருந்தே எல்லாக் குட்டிகளும் உருவாவதால் அவையனைத்தும் ஒரே பாலினத்தைச் சேர்ந்தவையாகவும் ஒத்த தோற்றத்தினவாகவும் உள்ளன. இந்த நிலை பலகரு வளர்நிலை (polyembryony) என வழங்கப்படுகிறது. குட்டிகள் பிறக்கும்போது மென்மையான தோலுடன் பிறக்கின்றன. சில நாள்களுக்குப் பின்பே புறத்தோல் கெட்டிப்படுகிறது.

இவ்விலங்கின் சில இனங்கள் அவை உண்ணும் பூச்சிகளைத்தேடி விளைநிலங்களுக்குள் நுழைந்து பயிர்களைப் பாழாக்குகின்றன, என்றாலும் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளை உண்பதன்மூலம் நன்மை செய்கின்றன. மனிதர்களுக்கு ஷாகாஸ் நோய் (Chagas disease) என்னும் அமெரிக்க டிரிப்பனோசோமிய நோயை (American trypanosomiasis) உண்டாக்கும் **டிரிப்பனோசோமா குருசி** (*Trypanosoma cruzi*) என்னும் முன்னுயிரி ஒட்டுண்ணிக்குத் தேக்க ஓம்புயிரியாக (reservoir host) இருந்து நோய் பரவக் காரணமாகின்றன.

ஆர்மடில்லோக்களின் சுவைமிக்க இறைச்சிக்காக அவை வேட்டையாடிக் கொல்லப்படுகின்றன. அவற்றின் எண்ணிக்கையும்படிப்படியாகக் குறைந்து வருகிறது. திறந்த வெளி இடங்கள், விளைநிலங்களாக மாற்றப்படுவதால் அவற்றின் வாழிடம் குறைந்து பரவல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலான இனங்கள் இவ்வாறு குறைந்து வந்தாலும் 9-பட்டை ஆர்மடில்லோ இனம் பெருகி வருகிறது.

கிளிப்டோடான் (glyptodon) எனப்படும் ஆர்மடில்லோ புதைபடிவம் ஏறத்தாழ 1.5 மீ. உயரமிருந்தது; யூட்டேட்டஸ் (eutatus) எனப்படும் புதைபடிவத்தில் 36 செதில் பட்டைகள் இருந்தன. அவற்றில் இறுதியிலிருந்த 12 பட்டைகளும் ஒன்றோடொன்று இணைந்திருந்தன.

ஆர்மடில்லோக்கள் பாலூட்டிகள் வகுப்பில் எறும்புத்தின்னிகள் வரிசையில் (edentata), டாசிப்போடிடே (dasypodidae) குடும்பத்தில் வகைபடுத்தப்பட்டுள்ளன.

ஜெ.கௌ.

ஆர்ன்பிளெண்டு

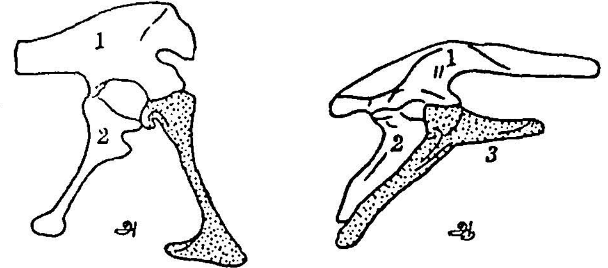
காண்க. ஹார்ன் பிளெண்டு

ஆர்ஃன்பெல்ஸ்

காண்க. ஹார்ன்ஃபெல்ஸ்

ஆர்னித்தீசியா

இடைஉயிரூழிக் காலத்தில் (225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னிருந்து 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் வரை) ஏறத்தாழ நூறு மில்லியன் ஆண்டுகள் இவ்வுலகத்தில் வாழ்ந்து பின் அற்றுப்போன ஊர்வன வகுப்பைச் சேர்ந்த மிகப்பெரிய உருவம் கொண்ட விலங்குகள் டைனோசார்கள் (dinosaurs) எனப்படுகின்றன. பல்லிகளும் இவையும் ஊர்வன வகுப்பைச் சேர்ந்தவை என்பதைத் தவிர இவை இரண்டிற்குமிடையே நெருங்கிய இனஉறவு இல்லை. டைனோசார்கள். இரண்டு வரிசைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. வரிசை 1. சாரீசியா (saurischia), வரிசை 2. ஆர்னித்திசியா (ornithischia) அல்லது ஆர்த்தோப்போடா (orthopoda), சாரிசியாவின் இடுப்பெலும்பு, பக்கத் தோற்றத்தில் மூன்றாரை (triradiate) அமைப்புடையது. இடுப்புக்குழி (pubis) எலும்பு இலியத்துக்குக் (ilium) கீழ் முன் பக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. இஷியம் (ischium) கீழ், பின் னோக்கி அமைந்துள்ளது.



டைனோசார்களில் இடுப்பெலும்பு அமைப்பு

அ. சாரீஷியன் இடுப்பெலும்பு ஆ. ஆர்னித்திசியன் இடுப்பெலும்பு

1. இலியம், 2. இஷியம், 3. பியூபிஸ்.

இந்த இடுப்பெலும்பு அமைப்பு எல்லா ஊர்வனவற்றிலும் காணப்படுகிறது. ஆனால் ஆர்னித்திசிய

களின் இடுப்பெலும்பு மட்டும் நான்கார (tetraradiate) அமைப்புப் பெற்றது. பியூபிஸ், கீழ் முன்னோக்கியும் இலியத்திற்கு இணையாகவும் அமைந்துள்ளது. முன் பியூபிஸ் (prepubis) முன்னோக்கியும் இலியத்துக்குக் கீழேயும் உள்ளது. இலியமும் முன்பக்கத்தில் நீண்டிருப்பதால் நான்கு ஆரமுடைய அமைப்புத் தோன்றுகிறது. பியூபிசும் இஷியமும் இணையாகப் பின்னோக்கியிருப்பது பறவைகளுக்கே உரித்தான ஒரு பண்பு. அதனால் ஆர்னித்தீசியன்களைப் பறவை இடுப்பெலும்பு அமைப்புள்ள ஊர்வன எனக் கூறுவதுண்டு. டிரையாசிக் காலம் முதல் கிரட்டேசியஸ் காலம் வரை (225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்து 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை) வாழ்ந்த இவை முன் டென்டேட்டுடையவை (predentate) என்றும் அலகுடை டைனோசார்கள் (beaked dinosaurs) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

சில ஆர்னித்தீசியன்கள் இரண்டு (பின்னங்கால்கள்) கால்களாலும் மற்றவை நான்கு கால்களாலும் இடப்பெயர்ச்சி செய்தன. இருகால்நடைப் பழக்கம் (Bipedal gait) உள்ள விலங்குகளின் வால் நீண்டு, பருத்துப் பெரியதாக சமநிலைப்படுத்தும் உறுப்பாகச் (balancing organ) செயல்பட்டது. தாடைகளின் முன் பகுதியில் பற்களில்லை, பின் பகுதியில் மட்டுமே பற்கள் இருந்தன. சில ஆர்னித்தீசியன்களின் உடல் மேற்பரப்பில் கெட்டியான கொம்புப் பொருளாலான பாதுகாப்புக் கவசமும், கடின எலும்புத் தகடுகளும் பெரிய கூரியமுட்களும் காணப்பட்டன. இவை யாவும் தாவரவுண்ணிகள், தாவரங்களின் இலைகளைப் பற்றிப் பறித்து (browsing) உண்டன. பிற்காலத்தில் ஆர்னித்தீசியன்களின் தாடைகளின் முன்பகுதி கொம்பு போன்ற கெட்டிப் பொருளால் போர்த்தப்பட்டு அலகு போல இருந்தது. அலகு போன்ற தாடையின் முற்பகுதியில் இலைகளை வெட்டித் தாடையின் பின் பகுதியிலுள்ள பற்களால் அவற்றை அரைத்து உண்டன. பெரும்பாலும் இவை நீர்நிலைகளுக்கு அருகில் வாழ்ந்து மறைந்தன. இவை கடலில் வாழவில்லை. தொல் ஆர்னித்தீசியன்களிடம் மட்டும், பற்கள் தாடைகளின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் காணப்பட்டன. ஆனால் படிமலர்ச்சி மாற்றங்களின் காரணமாகப் பிற்பட்ட ஆர்னித்தீசியன்களில் தாடைகளின் முற்பகுதியில் பற்கள் மறைந்து பிற்பகுதியில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இவற்றைக் கடைவாய்ப்பற்கள் (cheek teeth) என்பர். பற்கள் இலை போன்று தட்டையாகவும் வாள் பற்களுள்ள (serrated) விளிம்புடனும் இருந்தன. கீழ்த்தாடையின் முன் டென்டரி எலும்பிலும் மேல் தாடையிலுள்ள முன்மாக்சில்லரி (premxillary) எலும்பிலும் பற்களில்லை. பற்களில்லாத முன்பகுதி அலகு போன்றிருந்தது.

ஆர்னித்தீசியன்கள் நாற்கால்நடைப் பழக்கத்திலிருந்து (quadrupedal gait) இருகால்நடைத் தகவமைப்புப் பெற்றன; சில ஆர்னித்தீசியன்கள் திரும்பவும் நாற்கால் நடைப் பழக்கத்தைப் பெற்றன. ஆனால் பொதுவாக முன்கால்கள் பின்கால்களை விடக் குட்டையாகவும் வலிமை குறைந்தனவாகவும் காணப்பட்டன. பின்கால்கள் முன்கால்களைவிட நீளமானவை; வலுவானவை. கால்களில் மூன்று அல்லது ஐந்து விரல்கள் காணப்பட்டன. விரல் நுனிகளில் தட்டை நகம் அல்லது குளம்புகள் இருந்தன. இருகால் ஆர்னித்தீசியன்களின் கால்களில் மூன்று விரல்கள் செயல்பட்டன. ஆர்னித்தோப்போடுகள் (ornithopods) விரலூன்றி (digitigrade) நடந்தன. மற்றவை உள்ளங்காலூன்றி (plantigrade) நடந்தன. ஆர்னித்தோப்போடுகள் தவிர மற்ற ஆர்னித்தீசியன்களில் எலும்பாலான கெட்டியான ஒருபுறக்கவசம் உடலின் மேற்பகுதியை மூடியிருந்தது. சில ஆர்னித்தோப்போடுகளில் புறக்கவசம் குறைந்து அல்லது மெலிந்து காணப்பட்டது.

சில ஆர்னித்தீசியன்களின் எலும்புகள் உட்கூடு இன்றிக் கெட்டியாக இருந்தன. ஆனால் வேறு சில வற்றின் நீண்ட எலும்புகளில் குழாய் போன்ற உட்குடைவு இருந்தது. தொடை எலும்பு (femur), மேற்கை எலும்பை (rumerus) விடப் பெரியது. உடலுடன் செங்குத்தாக இணைந்திருந்தது. தொடை எலும்பின் நடுப்பகுதியில் ஒரு பெரிய முண்டு காணப்பட்டது. இதனை நான்காவது டுரோகேன்டர் (trochanter) என்பர். இதன் மேற்பரப்பு வலுவான தசைகள் இணைந்துகொள்ள ஏற்புடையதாக இருந்தது. பின்கால்களின் டிபியா (tibia) என்னும் கீழ்க்கால் எலும்பு தடித்து நன்கு வளர்ச்சியுற்றிருந்தது. கால்களில் முழங்கால் சில் (patella) இல்லை; தொடை எலும்பைவிட டிபியா நீளமானது. இத்தகைய கால் எலும்புகள் வேகமாக ஓடக்கூடிய விலங்குகளின் பண்புகளில ஒன்றாகும். மண்டையோட்டில் கண்குழிகளுக்கு முன்னுள்ள பகுதியில் துளைகளில்லை.

ஆர்னித்தீசியன்கள் எந்த ஊர்வன விலங்கு வகையிலிருந்து படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள் பெற்றுத் தோன்றின என அறுதியிட்டுக் கூறமுடியவில்லை. ஆனால் இவை புரோசாரப்போடுகளிலிருந்து (Prosauropoda) தோன்றியிருக்க வேண்டுமென்று கருதப்படுகின்றது. சாரப்போடுகள் (sauropods) தோன்றியதற்குப் பின்னரே ஆர்னித்தீசியன்கள் தோன்றின. கிரட்டேசியஸ் காலத்தில் இவை படிமலர்ச்சி பெருமை அடைந்தபோது சாரப்போடுகள் எண்ணிக்கையில் குறைய ஆரம்பித்தன. சாரீசியன்களின் படிமலர்ச்சிக் காலத்தைவிட ஆர்னித்தீசியன்களின் படிமலர்ச்சிக் காலம் குறைவானது. ஆனால் இவை பலவகையான படிமலர்ச்சித் தகவமைப்புகளைப் பெற்றன. புதை படிவங்கள் அடிப்படையில் ஆராயும்போது இவை டிரையாசிக் காலம் முடியும்வரை காணப்பட்ட

தாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் டிரையாசிக் காலமுடிவில் இவை தென்னாப்பிரிக்காவில் வாழ்ந்தனவென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் இவற்றின் ஐவிரல் காலடிச் சுவடுகள் வட அமெரிக்கப் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

வகைப்பாடு. வரிசை ஆர்னித்தீசியா நான்கு உள் வரிசைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

உள்வரிசை 1- ஆர்னித்தோப்போடா (ornithopoda). இவ்வரிசையைச் சேர்ந்தவை இரண்டு (பின்னங்) கால்களால் நடந்தவை; முன்கால்கள் சிறியவை; மேல் டிரையாசிக் முதல் மேல் கிரட்டேசியஸ் வரை வாழ்ந்தவை.

உள்வரிசை 2 – செரட்டாப்சியா (ceratopsia). இவ்வரிசையைச் சேர்ந்த ஆர்னித்தீசியன்கள் நான்கு கால்களாலும் நடந்தவை; மண்டையோட்டுடன் கொம்புகள் இணைந்திருந்தன. இவை மேல் கிரட்டேசியஸ் காலத்தில் வாழ்ந்தவை.

உள்வரிசை 3 - ஸ்டீகோசாரியா (stegosauria). நான்கு கால்களால் நடந்த ஆர்னித்தீசியன்கள்; உடல் தோலில் கெட்டியான எலும்புத்தகடுகள், கூர்முட்கள் இருந்தன; இவை மேல் டிரையாசிக் முதல் கீழ் கிரெட்டேசியஸ் வரை வாழ்ந்தவை.

உள்வரிசை 4 - ஆங்கைலோசாரியா (ankylosauria) இவற்றின் உடல் மேற்பரப்பு எலும்புத் தகடுகளால் மூடப்பட்டிருந்தது; இவை சற்றுத் தட்டையான உடல் கொண்டவை. மேல் கிரட்டேசியஸ் காலத்தில் வாழ்ந்தவை. கீழ் கிரட்டேசியசில் ஒருசில வாழ்ந்தன.

ஆர்னித்தோப்போடுகள். **ஹெட்டிரோடான்ட்டோசாரஸ் (heterodontosaurus)** என்னும் இனம் தென் ஆப்பிரிக்காவில் மேல் டிரையாசிக் படிவுப் பாறைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. **கேம்ப்டாசாரஸ்** *(compiosaurus)* மேல் ஜுராசிக் காலத்தில் வாழ்ந்தது. 2 மீட்டருக்கு மேல் உயரமுடையது. ஆர்னித்தோப்போடுகள் பெரும்பாலும் பின்கால்களால் மட்டும் நடந்தன பின்கால்கள் நீளமானவை; வலுவுள்ளவை. நான்கு கால்களால் நடக்கப் பயன்படும் அளவுக்கு முன் கால்கள் நீளமானவை. ஓய்வாக இரைதேடும்போது நான்கு கால்களால் நடந்தன. தேவையான நெருக்கடி காலங்களிலும், எதிரிகளிடம் இருந்து தப்பி ஓடவும் மட்டுமே பின்கால்களைப் பயன்படுத்தின. பின் கால்களில் அகலமான முன்பக்கம் நீட்டிக்கொண்டுள்ள நான்கு விரல்கள் இருந்தன. ஐந்தாவது கால் விரல் மிகச் சிறியதாக இருந்தது. முன்கால் விரல்கள் மிகச் சிறியவையாக இருந்தமையால் அவற்றைக் கொண்டு எதையும் பற்றிப் பிடிக்க முடியாது. தாடையும் பற்களும் தாவரம் உண்ணும் வழக்கத்திற்கேற்ப அமைந்திருந்தன. தாடையின் பக்கங்களில் இலை போன்ற தட்டையான பற்கள் இலைகளை வெட்டி உண்ணுதற்கேற்ப அமைந்திருந்தன.

ஹிப்சிலோஃபோடான் *(hypsilophodon)* கீழ்கிரட்டேசியஸ் காலத்தில் காணப்பட்டது. இதற்கு முன்மாக் சில்லரிப் பற்கள் இருந்தன. இது ஆர்னித்தீசியன்களின் தொடக்ககால நிலையைக் காட்டுகிறது. **இகுவானோடான்** *(iguanodon)* பெல்ஜியம் நாட்டில் கீழ்க்கிரட்டேசியஸ் காலத்தில் காணப்பட்டது. இது 3 முதல் 5 மீட்டர் வரை நீளமானது. இது இரண்டு பின் கால்களால் நடந்தது. இதன் முன்கால்கள் சிறியனவாக இருந்தன. குத்துவாள் போன்று நீண்டு உறுதியாக இருந்த முன்கால கட்டைவிரல், தற்காப்புக்கும் பயன்பட்டிருக்கலாம். தலையில் கவசத் தகடுகள் இல்லை. பற்களின் விளிம்புகள் வாள்பற்கள் போல இருந்தன. செயல்படும் பல்வரிசையை அடுத்துப் பல வரிசைகளில மாற்றுப் பற்கள் காணப்பட்டன.

செரட்டாப்சியன்கள். இவை கொம்புடைய டைனோசார்கள் (horned dinosaurs). மேல் கிரட்டேசியஸ் காலத்தைச் சார்ந்த **டிரைசெரட்டாப்ஸ புரோர்சஸ்** *(Triceratops prorsus)* இந்த உள்வரிசையைச் சேர்ந்த பெரும்பல்லி உடல் 5 மீட்டர் நீளமானது, நீண்ட தடித்த நேரான நான்கு கால்கள் உடலைத் தாங்கிநின்றன. தடித்த வலுவான மண்டையோட்டின் பின்பகுதியிலிருந்து இரண்டு நீண்ட வலுவான கூரிய முனையுள்ள கொம்புகள் முன்பக்கம் நீட்டிக் கொண்டிருந்தன. தலையின் முன்முனையில் நாசி எலும்புடன் இணைந்த ஒரு சிறு கொம்பு இருந்தது. எலும்பாலான ஒரு பெரிய பிடரிக் கேடயம் மண்டையோட்டின் பின்முனையுடன் இணைந்திருந்தது. இவற்றின் பற்கள் இரண்டு வேர்கள் உடையவை, தாவர உணவுக்கு ஏற்ப அமைந்திருந்தன. இரட்டை வேர்ப்பற்கள் ஊர்வன விலங்குகளில் காணப்படுவதில்லை; இது ஒரு விதிவிலக்கு.

ஸ்டீகோசார்கள். மேல் ஜுராசிக் காலத்தில் வாழ்ந்த **ஸ்டீகோசாரஸ்** *(stegosaurus)* இந்த உள்வரிசைக்கான ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. இதன் நீளம் 5 மீட்டர். தலை மிகச்சிறியது; முதுகு மேற்பக்கம் வளைந்திருந்தது; வால் சிறியது; பின்கால்கள் முன்கால்களைவிடப் பெரியவை; வலுவானவை இந்த வகை ஆர்னித்தீசியன்கள் நான்கு கால்களால் நடக்கும் வழக்கத்தைத் திரும்பப் பெற்றன. பிடரியில் தொடங்கி வால் வரையில் முதுகில் 8 ஜோடி கனமான எலும்புத் தகடுகள் காணப்பட்டன. இத் தகடுகளின் பின்னால் தடித்த முட்கள் இருந்தன. உடல் மேற்பரப்பு முழுதும் கூர்முள் போன்ற அமைப்புகள் இருந்தன.

ஆங்கைலோசார்கள். இவை கவசமுடைய டைனோசார்கள் (armoured dinosaurs). **ஆங்கைலோசாரஸ்** *(ankylosaurus)*, 7 மீட்டர் நீளமிருந்தது; கிரட்டேசியஸ் காலத்தில் வாழ்ந்தது. ஸ்டீகோசாரஸைப் போன்ற உயர்ந்த மேல்நோக்கிய வளைந்த முதுகு இல்லை. கால்கள் குட்டையானவை; பின்

கால்கள் முன்கால்களைவிட நீளமானவை. உடல்மேற் பரப்பு முழுதும் எலும்புத் தகடுகளால் மூடப்பட்டிருந்தது. உடல் மருங்குகளில் வரிசையாக நீளமான எலும்பு முட்கள் இருந்தன; வால் நுனியில் ஒரு பெரும் எலும்புத் திரட்சி இருந்தது. தரையில் படுத்துவிட்டால் வலுவான எதிரிகள் கூட இதனை ஒன்றும் செய்திருக்க முடியாது. ஆனால் இது தன் வால் நுனியால் அடித்து அவற்றின் எலும்புகளை நொறுக்கியிருக்கும். பற்கள் வலுவற்றவை. இவை மென்மையான தாவரங்களை உண்டு வாழ்ந்திருக்க வேண்டும்.

உ. கருப்பணன்

நூலோதி

1. Colbert, E. H., Evolution of the Vertebrates, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1969.
2. Young, J. Z., The Life of Vertebrates, Oxford University Press, London, 1964.

ஆர்ஜிரோசிஸ்

இது கண்ணின் இமை இணைப் படலத்தில் உண்டாகும் ஒரு கறையாகும். கண்நோய்க்கு அடிக்கடி வெள்ளி நைட்ரேட்டுப்பயன்படுத்துவதால் வெள்ளி நைட்ரேட்டு வேதியியல் மாற்றம் ஏற்பட்டு அதுஇமை இணைப் படலத்தில் ஒரு கறையை உண்டாக்குகிறது. இதற்கு ஆர்ஜிரோசிஸ் (argyrosis) என்று பெயர்.

முன்பு கண் நோய்களுக்கும், கண்ணில் ஏற்படும் டிரக்கோமா என்ற நோய்க்கும் கண்ணீர்ப்பை அறுவை சிகிச்சை நேரத்திலும் அதிகமாக வெள்ளி நைட்ரேட்டைப் பயன்படுத்தி வந்தனர். தற்காலத்தில் இது அதிகம் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை. கண் இமை இணைப் படலத்திலுள்ள இரத்த நாளங்களின் சுவர்களிலும், சவ்வின் நார்ப் பகுதியிலும், கருவிழிப் படலத்தின் டெசிமெட் சவ்விலும் ஒருவித மாற்றத்தால், பழுப்புக் கறை ஏற்படுகிறது.

சிகிச்சை வெள்ளி நைட்ரேட்டு, ஆர்ஜிரால் இவற்றைப் பயன்படுத்துகிறவரை இந்தக் கறையைத் தவிர்க்க முடியாது. 2% பொட்டாசியம் இரும்பு சயனைட்டின் இரண்டு பாகமும், 12% சோடியம் தையோசல்ஃபேட்டு ஒரு பாகமும் கலந்த மருந்தை இரும்புக் கலப்பு இல்லாத ஊசி கொண்டு, இமை இணைப் படலத்தில் செலுத்தினால் ஒரு வித குணம் தெரியலாம்.

ஆர்ஜிரோடைட்டு

ஆர்ஜிரோடைட்டு (argyrodite) வெள்ளி, ஜெர்மானியம், கந்தகம் கொண்ட ஓர் அருங்கனிமமாகும். வெள்ளி, ஜெர்மானியம், சல்பைடு என்ற வேதியியற் கூட்டுப் பொருளாலானது. இதன் வேதியியல் உட்கூறு Ag_8GeS_6. படிகங்கள் செஞ்சமக் சதுரப்படிகத் தொகுதியைச் (isometric system) சார்ந்தவை. எண் முக (octahedron) மற்றும் பன்னிருமுகப் (dodeca hedron) படிகங்களாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் பெரும்பாலும் திண்மமாகவோ (massive) படிகங்களைக் கொண்ட ஓடுகளாகவோ (crystalline crusts) காணப்படுகின்றன. ஸ்பினல் விதிப்படி இரட்டுறல் பண்புடையவை.

ஆர்ஜிரோடைட்டு ஊதாச் சாயலைக் கொண்ட கறுப்பு நிறமுடையது; உலோக மிளிர்வுடையது (metallie lustre); கடினத்தன்மை 2.5; அடர்த்தி 6.1. முதல் 6.3 வரை மாறுபடும்.

ஆர்ஜிரோடைட்டிலுள்ள ஜெர்மானியம் (germanium) அணுக்களுக்குப் பதிலாகத் தகரத்தின் (tin) அணுக்களைக் கொண்ட வெள்ளியின் மற்றுமொரு சல்பைடுக் கனிமம் கேன்ஃபீல்டைட்டு (canfieldite). இதன் வேதியியல் உட்கூறு Ag_8SnS_6. வெள்ளியோடு, ஜெர்மானியம் மட்டுமே கொண்ட ஆர்ஜிரோடைட்டுக்கும், தகரத்தை மட்டுமே கொண்ட கேன்பீல்டைட்டுக்கும் இடையில் ஜெர்மானியம் மற்றும் தகரம் ஆகிய இரு மூலகங்களின் வெவ்வேறு விகிதக் கூட்டுப் பொருளைக் கொண்ட பல கனிமங்கள் உள்ளன. இவ்வகையாகக் கனிமத் தொகுதி திண்மக் கரைசல் வரிசை (solid solution series) என்றழைக்கப்படும்.

ஜெர்மானியத்தின் இரு முக்கிய தாதுக்களில் ஒன்றான ஆர்ஜிரோடைட்டிலிருந்துதான் முதன் முதலில் ஜெர்மானியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இயற்கையில், இரும்பின் தாதுவான சிடரைட்டுடனும் (siderite) தகரத்தின் தாதுவான கசிட்டரைட்டுடனும் (assiterite) ஆர்ஜிரோடைட்டு சேர்ந்து காணப்படுகிறது. ஜெர்மனியில் படிக ஓடுகளாகவும் பொல்வியாவில் பெரும் படிகங்களாகவும் கிடைக்கிறது. காண்க, ஜெர்மேனியம்.

வெ. இராதாகிருஷ்ணன்

நூலோதி

1. கிருஷ்ணசாமி. எஸ், நிலத்தின் செல்வங்கள் - கனிப்பொருள்கள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1971.
2. Betakhtin, A., A Course of Mineralogy, Peace Publishers, Moscow.
3. Jenson, Mead.L. and Bateman, Alan.M, Economic Mineral Deposits, 3rd Ed., revised printing, John Wiley & Sons, New York, 1981.
4 The American Geological Institute deaeration

of Gelogical Terms, Anthor Books, New York, 1976.

ஆர்.

ஆர்ஜில்லைட்டு

ஆர்ஜில்லைட்டு (argillite) தொடக்கநிலை உருமாற்ற மடைவதால், தகட்டுடைவு இல்லாத களிப்பாறை யாக உருவாகக் கூடும். தகட்டுடைவுக் களிமட் பாறையைக் காட்டிலும் உயர்ந்த இறுக்க நிலையால் களிப்பாறை உருவாகிறது. அதனால் களிமட் பாறையை விடக் களிப்பாறை மிகுதியான கடினத் தன்மையையும் அடர்த்தியையும் கொண்டுள்ளது. களிப்பிளவு உருமாற்றநிலையை எட்டாத அளவுக் குக் குறைந்த நிலையில் உருமாற்றமடையும் பாறைத் தொடர்களிலுள்ள களிமட்பாறைகளைக் குறிப்பிடு வதற்காகவே இச்சொல் ஏற்பட்டது.

பொதுவாக, களிப்பாறைகள் ஏடுகள் (sheets) போன்ற மெல்லிய அடுக்கமைவைக் கொண்டவை யாக இருப்பினும், இச்சொல் அடுக்கமைவு இல்லாத கடினமான திண்ணிய களிமட்பாறைகளையே நடை முறையில் குறிப்பிடுகிறது. களிப்பாறை, கனிம அடக் கத்திலும் வேதியியல் அமைப்பிலும் தகட்டுடைவுக் களிமட்பாறையைப் பெருமளவு ஒத்திருக்கும். களிப் பாறை பிளவுபடுந்தன்மையில்லாதிருப்பதற்குச் சரி யான விளக்கம் தரப்படவில்லை. இவ்வியல்பு தொடக்கநிலையில் படிந்த படிவுகளிலுள்ள தட்டை யான கனிமங்கள் திட்டமான ஒருதலைப்பட்ட திசை நோக்கில் அமையாத தன்மையைக் குறிக்கலாம்; அல்லது தட்டையாக கனிமங்கள் இறுக்கம் மற்றும் அழுத்தநிலைகளால் குறிப்பிட்ட திசைப்புலத்தில் மாறிமாறி ஒரு நோக்காகத் திரும்பியமையாத நிலை யையும் குறிக்கலாம். களிப்பாறையிலுள்ள களிக் கனிமம் படிக வடிவமுடையது. அது தட்டையான வடி வத்தைவிடப் பெரும்பாலும் ஊசி போன்றும் கம்பி போன்றும் படிவுகொண்டிருக்கும். காண்க, களிமட் பாறைகள்; படிவுப்பாறைகள்; களிப்பாறை (shale)

இரா. இராமசாமி

நூலோதி

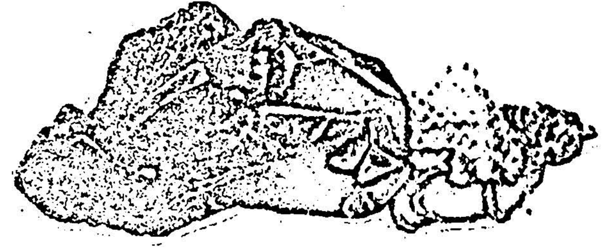
1. Pettijohn, F. J., Sedimentary Rocks, Harper & Brothers, Second Edition, New York, 1957.

ஆர்ஜிலேசியசு பாறைகள்

காண்க, களிமட் பாறைகள்.

ஆர்ஜென்டைட்டு

ஆர்ஜென்டைட்டு (argentite) என்பது இயற்கையில் கிடைக்கக் கூடிய, வெள்ளியின் ஒரு முக்கிய தாதுக் கனிமம் ஆகும். இத் தாதுப் பெயரின் மூலம், வெள் ளியைக் குறிக்கும் ஆர்ஜென்ட்டம் (argentum) என்ற இலத்தீன் சொல் ஆகும். இக்கனிமத்தின் பொடிவகை (pulverulent variety) கருவெள்ளி (silver black) எனப்படும். இது வெள்ளியும் கந்த கமும் கொண்ட ஒரு வெள்ளி சல்பைடு என்ற வேதியியற் சேர்மம், இதன் வேதியியல் உட் கூறு Ag_2S. 87.1 விழுக்காடு வெள்ளி இதில் உள்ளது. உலோக மிளிர்வைக் (metallic lustre) கொண்ட இக்கனிமத்தின் நிறம் ஈயச்சாம்பல் அல்லது கருமையாகும். இதன் மிளிர்வாலும் நிறத் தாலும் இது வெள்ளி கிளான்ஸ் (silver glance) என்னும் பெயர் பெறும். கத்தியால் வெட்டக்கூடியது (sectile). இதன் கடினத்தன்மை (hardness) 2.5; அடர்த்தி எண் 7.2 முதல் 7.3 வரை மாறுபடும். உடைத்தவுடன் பளிச்சென்றிருக்கும் தளங்கள் பின்பு கறுத்துவிடுகின்றன. இது உயர் வெப்ப நிலையில் மின் கடத்தியாகிறது.



ஆர்ஜென்டைட்டுக் கனிமத் தோற்றம்

இதை ஊதுகுழற் சோதனையில் கரிக்குழி வகை யில் தகடாக்கத்தக்க (mallaeble) வெள்ளி உலோ கத்தைக் கொடுப்பதைக் கொண்டு ஆர்ஜென்டைட்டு என்றறியலாம். மேலும் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து, ஹைட்டிரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த் தால் அம்மோனியாவில் கரையக் கூடிய வெள்ளை வீழ்படிவைக் கொடுக்கும்.

180°C க்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலையில் ஆர் ஜென்டைட்டு செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் (isometric system of crystallization) சேர்ந்த செஞ்ச மச்சதுர (cubic), எண்பட்டக (octahedrons) வடிவங் களோடு நிலையான படிகங்களாக உருவாகிறது. இதே வெள்ளி சல்பைடு சூழல் வெப்பநிலையில் செஞ் சாய்சதுரப் (orthor hombic system) படிகங்களாகின் றன. இவை அக்காந்தைட்டு (acanthite) என்றழைக் கப்படுகின்றன. ஆர்ஜென்டைட்டின் இவ்வகைப் படிகத் தொகுதி மாற்றம் எக்ஸ் கதிர் ஆய்வுகளால் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஆர்ஜென்டைட்டு வெப்பக் கனிமக் கரைச

லிலிருந்து (hydro thermal mineralizing solutions) உருவாகிறது. திண்மமாகவும் (massive) நரம்பிழை களாகவும் (veins) பூச்சுகளாகவும் (coatings) இது கிடைக்கின்றது. இது தனி வெள்ளி (native silver) மற்றும் வேறுசில பைரார்ஜிரைட்டு (pyrargyrite) போன்ற கனிம உருமாற்றப்போலிகளாகக் (pseudo-morphs) காணப்படுகின்றது.

இக்கனிமம் அமெரிக்கா, மெக்சிகோ, பெரு, சிலி, பொலிவியா ஆகிய நாடுகளில் கிடைக்கின்றது. இந்தியாவில் ஈய, துத்தநாக, செம்புத் தாதுக்கள் கிடைக்குமிடங்களில் மிக அருகிய அளவில் கிடைக் கிறது.

பயன். அதிக அளவில் கிடைக்கப் பெற்றால் இது வெள்ளியின் முக்கிய தாதுவாகும்.

வெ. இராதாகிருஷ்ணன்

நூலோதி

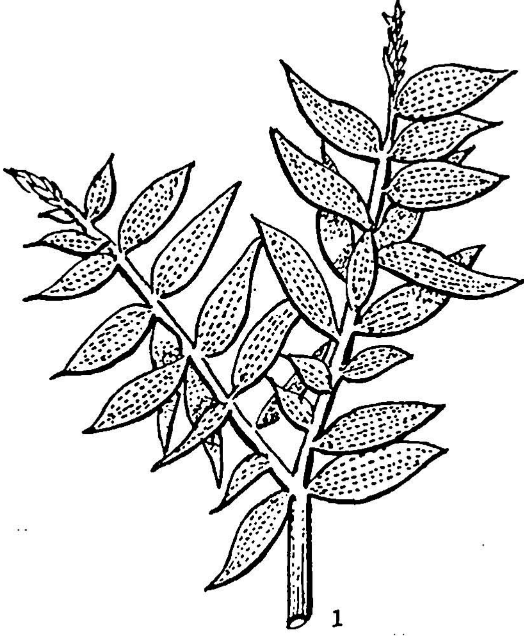
1. கிருஷ்ணசாமி. எஸ்., நிலத்தின் செல்வங்கள்– கனிப்பொருள்கள், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1971.
2. Jenson, ead, Mand Bateman, Alan. M., Economic Mineral Deposits, 3rd., Ed.E Revised Printing, John Wiley & Sons, New York, 1981.

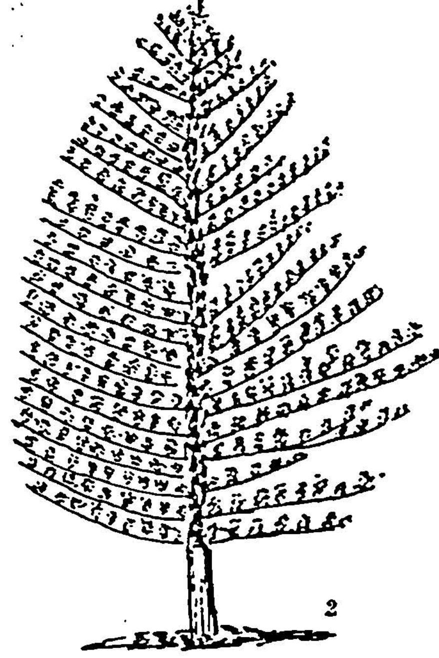
ஆரக்கேரியா

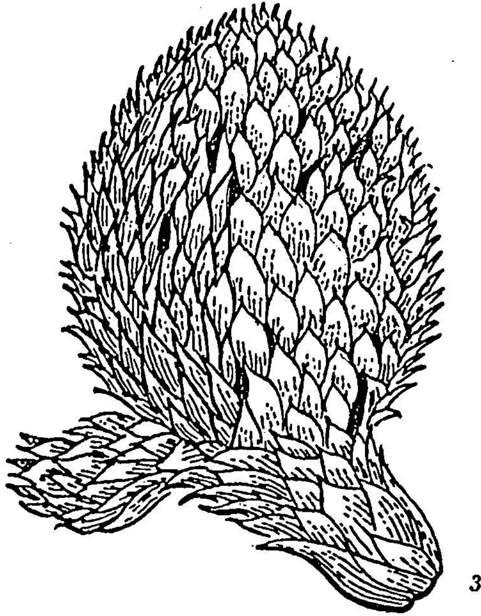
பேரினம் ஆரக்கேரியேசிக் (araucariaceae) குடும்பத் தைச் சார்ந்த ஆரக்கேரியா விதை உறையற்ற தாவரப் (gymnosperms) பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். ஆரக்கேரியேசிக் குடும்பம் மிகப் பழமை வாய்ந்தது. **ஆரக்கேரியா** (*araucaria*) என்ற பெயர் ஆராக்கோ (arauco) என்ற சில்லி (chile) நாட்டின் தென் பகுதி யில் உள்ள மாநிலத்தின் பெயரிலிருந்து வந்தது. ஆரக்கேரியாவில் 13 முதல் 40 சிற்றினங்களுள்ளன. **ஆரக்கேரியா** தென் அமெரிக்கா, ஆஸ்த்திரேலியா, நியூகினி, நியூகலிடோனியா, நார்ஃபோக் தீவுகள் ஆகிய இடங்களில் வளர்கின்றன. **ஆரக்கேரியா அங்குஸ்திஃபோலியோ** (*A angustifolia*) **ஆ. ஆரக்கானா** *A. auracana* = *A. imbricata*; monkey puzzle trees phile/pine) **ஆ. பிட்வில்லியை** [*A. bidwillii* bunya-bunya), **ஆ. எக்செல்சா** (*A. excelsa*) முதலியன நம் நாட்டில் அழகு மரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

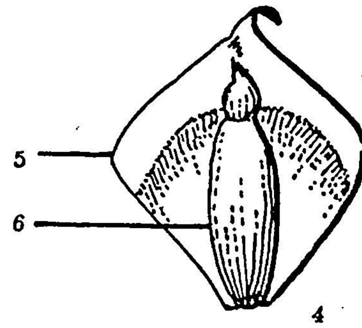
சிறப்புப் பண்புகள். சிற்றினங்களெல்லாம் 33 முதல் 66மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடிய இலையுதிரா (ever-green)மரங்களாகும். **ஆ. அங்குஸ்திஃபோலியா** 33மீ. உயரத்திற்கு மேல் வளரக்கூடியது. இதன் அடிமரத்தின் விட்டம் 1 முதல் 2 மீ. வரை இருக்கும். நார்ஃபோக் தீவு பைன் (norfolk island pine) என்ற **அஹீட்டிரோஃபில்லா** (*aheterophylla*) 66 மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடியது. இளம் மரங்களில் கிளைகள் ஒழுங்கான வட்டமைவுடன் (whirled) அமைந்திருக்கும். அடி மரம் பிசின் (resin) சுரக்கக்கூடிய பட்டைகளைக் கொண்டிருக்கும். **ஆரக்கேரியாவின்** இலைகள் குறிப் பிடத்தகுந்தவை; பொதுவாகத் திருகு வடிவில மைந்தவை; இவை தட்டையாகவும், அகலமாகவும், ஈட்டிவடிவத்திலும் (lanceolate) காணப்படும்; சுமார் 5 செ.மீ. நீளமுடையவை; தோல் போன்ற தன்மை யும் (leathery) கூரிய நுனியும் பெற்றிருக்கும். இதன் இனப்பெருக்க உறுப்புக்களான ஆண் கூம்புகளும் (male cones) பெண் கூம்புகளும் (female cones) தனித் தனி மரங்களிலும்(dioecious)சில ஒரே மரத்தின்வெவ் வேறு கிளைகளிலும் (monoecious) தோன்றுகின்றன. ஆண் கூம்புகள் கேட்கில் (catkin) போன்ற தொங்கு மஞ்சரியில்காணப்படும்;இவைபெரியவை; உருண்டை வடிவமானவை; நுனிகள் அல்லது இலைகளுக்குச் சற்றுக் கீழாகக் கொத்தாக அமைந்திருக்கின்றன. பெண்கூம்புகள் முட்டைவடிவானவை; கெட்டியான செதில் இலைகளினாலானவை (woody scales);ஒன் றன்மேல் ஒன்று படிந்திருப்பவை; இவை இரண்டு அல் லதுமூன்று ஆண்டுகளில் முதிர்ச்சியடையக் கூடியவை. பெரும்பாலான சிற்றினங்களில் ஒவ்வொரு சிதலிலும் விளிம்பு முழுதும் இறகைப் (winged) பெற்றுள்ள ஒரு விதை உண்டு. இந்தப் பேரினம் பெரும்பாலும் விதைகளின் மூலமும், சில சமயங்களில் இளந்தண்டு களின் துண்டுகள் மூலமும் பரப்பப்படுகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இந்தப் பேரினத்தில், மரக் கட்டையைக் கொடுக்கக்கூடிய (timbers) மிகமுக்கிய மான மூன்று சிற்றினங்களுள்ளன. அவை **ஆ. ஆரக் கானா ஆ. பிட்வில்லியை, ஆ. கன்னிங்ஹாமியை** (**A. Cunninghamii**, Moreton Bay Pine, Hoop Pine). இவற்றில் **ஆ. ஆரக்கானா** 1795 ஆம் ஆண்டு ஆர்ச் போல்ட் மென்சிஸ் (Archibold Menzies) என்பவரால் இங்கிலாந்து நாட்டில் முதன்முதலாகப் புகுத்தப்பட் டது. இதன் கட்டை, தச்சு வேலைகளில் பயன்படுத் தப்படுகிறது. இரண்டாம் உலகப் போரின்போது இதன் கட்டையை ஆகாய விமானத்தின் விசிறிகள் (propellers) செய்வதற்குப் பயன்படுத்தினர். மேலும் இது ஒட்டுப் பலகையும் (plywood) காகிதக்கூழும் (pulb) தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இம்மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் டானின்கள் (tannins) தோல் பதனிடுதல், வண்ணப் பொருள்கள் (dyes) தயாரித்தல், பெட்ரோ லியத் தொழிற்சாலைகள் ஆகியவற்றில் பயன்படுகின் றன. **ஆரக்கேரியா பிட்வில்லியையின்** விதைகளை ஆஸ்த் திரேலியாவின் பழங்குடி மக்கள் உணவாகக் கொள் கின்றனர். மரங்கள் பார்ப்பதற்கு அழகாகவும்









ஆரக்கேரியா பிட்வில்லியை

1. மிலார் 2. ஆரக்கேரியாவின் பொதுவான தோற்றம் 3. ஆ. ஆரக்கானா பெண் கூம்பின் முழுத் தோற்றம்
4. ஆ. ஹிட்ரோஃபில்லா பெண் கூம்பின் ஒரு செதிலின் ஒரு உள்புறத் தோற்றம் 5. கெட்டியான செதில் 6. விதை.

கம்பீரமாகவும் இருப்பதால் இவை தோட்டங்களிலும் பூங்காக்களிலும் அதிகமாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

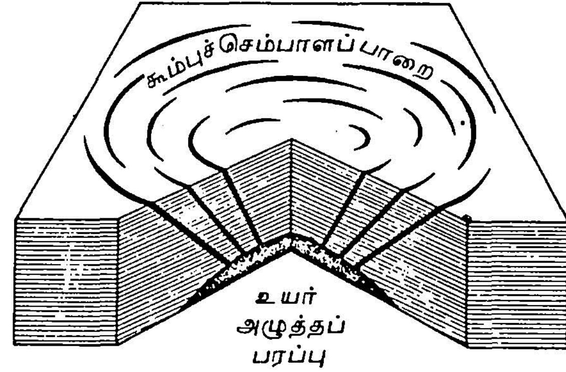
தி. பாலகுமார்

நூலோதி:

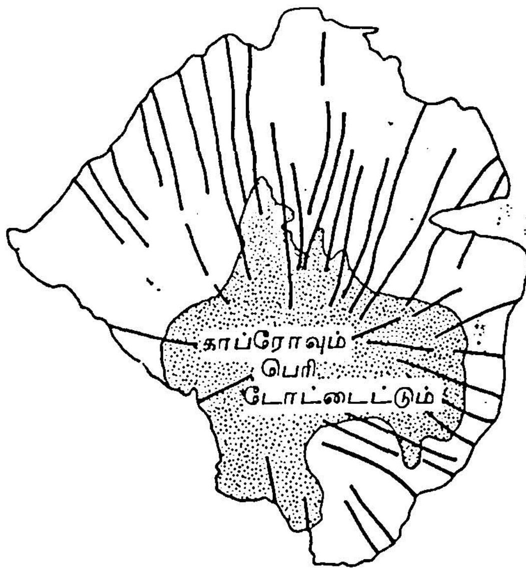
1. Bierhorst, D.W., Morphology of Vascular Plants, Macmillan Co., New York, 1971.
2. Foster A.S., Gifford, E.M., Comparative Morphology of Vascular Plants, San Francisco, 1959.
3. The Wealth of India, Vol.I, CSIR, Publication, New Delhi, 1948.

ஆரச்செம்பாளப் பாறையும் கூம்புச்செம்பாளப் பாறையும்

அனற்பாறைகளின் வடிவமும் உயரமும் அவை ஊடுருவும் இடத்தையும், அவற்றைச் சூழ்ந்திருக்கும் பாறையையும் பொறுத்தமையும். அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள பாறைகள் படுக்கையாகவோ சிறு சிறு மடிப்பாகவோ இருந்தால் அவற்றில் ஊடுருவிய அனற்பாறைகள் ஆரச்செம்பாளமாகப் (radial dyke) படியும். ஒரு செங்குத்தான பெயர்ச்சிப் பிளவில் (fault) எரிமலைக் குழப்பு ஊடுருவி மேல்நோக்கி எழும்போது உடனே குளிர்ச்சி அடைந்தால் அவற்றில் குளிர்ந்த அனற்பாறை ஏற்பட்டு, அது படிவுப் பாறைகளின் தளத்தை ஊடுருவிச் சென்று செம்பாளமாக மாறுகிறது. இத்தகைய செம்பாளம் படிவுப் பாறையை ஒத்தமையாது மாறுபட்டுக் காணப்படும். இதற்கு ஒதுக்கப்பட்ட அல்லது தள்ளப்பட்ட கட்டமைப்பு (transfıessive structure) என்று பெயர். அவ்வாறு அல்லாமல் படிவுப் பாறையின் தளத்திற்குச் சமமாக இருந்தால் அதற்குத் தகட்டுப் பாளம் (sill), எனப்பெயர். அவ்வாறு அல்லாமல் பாறையின் பரப்பு அகன்று பலவகைப் பிளவு உடையதாக இருந்தால் அதில் அதிக அளவு அழுத்தம் உடைய காப்ரோவும் பெரிடோட்டைட்டும் (gabbro or peridotite) பாறையின் உட்பகுதியிலிருந்து அழுத்தத்தால்



படம் 2. கூம்புச்செம்பாளப்பாறை



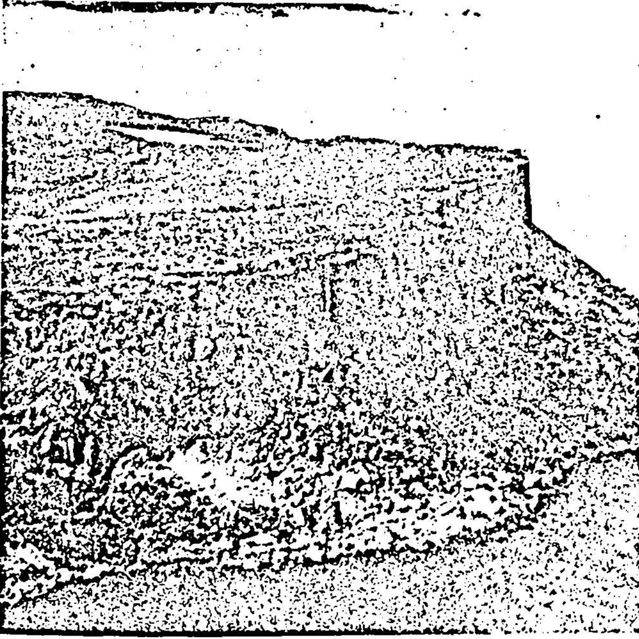
படம் 1. ஆரச்செம்பாளப்பாறை

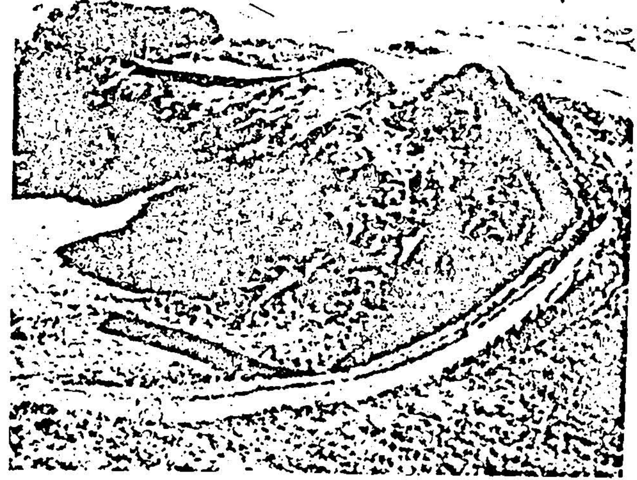


படம் 3. டெர்ஷியரி வயதுடைய பசால்ட்டு மேட்டுப்பாறையில் டோலரைட்டு என்ற பாறை செம்பாளப் பாறையாக ஊடுருவி உள்ளது. பசால்ட்டைவிட உறுதியாக உள்ளதால் மலை முகடு போன்று இது உயரமாக உள்ளது. அம் முகட்டின் உயரம் கடல் மட்டத்தில் இருந்து 24 முதல் 25 மீட்டர் வரை அமைந்துள்ளது.

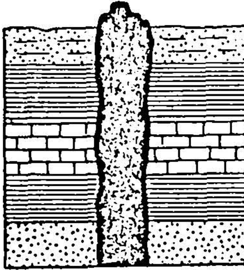
பீறிட்டு மேலெழும்பிப் பிளவுகளில் ஊடுருவ, அவை வட்ட வடிவச் செம்பாளங்களாக மாறும். நிலக் கோளத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து இவற்றைப் பார்க்கும்பொழுது ஒரே புள்ளியை மையமாகக் கொண்ட பல வட்டங்கள் மேலே எழும்புவன போலப் பம்பரம் போன்று கூம்பு வடிவத்தில் தோன்றும். எனவே. இவை கூம்புச் செம்பாளப் பாறைகள் (cone sheets) எனப்படுகின்றன. அவ்வாறு அல்லாமல் நீண்ட செம்பாளமாக அல்லது நீண்ட கோடுகளைப்போன்று பாறையின் மேற்பரப்பில் உள்ள பிளவுகளில் படிந்தால் அது ஆரச்செம்பாளப்பாறை (radial dykes) எனப்படும். கூம்புச் செம்பாளப் பாறையின் அமிழ் கோணம் உட்குவிந்து காணப்படும். ஆனால் ஆரச் செம்பாளப் பாறையின் அமிழ்கோணம மாறுபட்டு வெளிக்குவிந்து காணப்படும்.

பெரும்பாலும் இவ்வகைக் கூட்டமைப்பு உடைய பாறைகள் காரப் பண்புடைய பாறைகளாக இருக்கும். அதாவது இவற்றில் பசால்ட்டும் (Basalt) காப்ரோவும் (Gabbro), பெரிடோட்டைட்டும் (Peridotite) சற்றுமிகுதியாக டோலரைட்டும் (dolerite)நிறைந்து

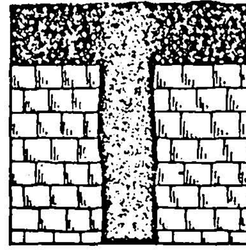




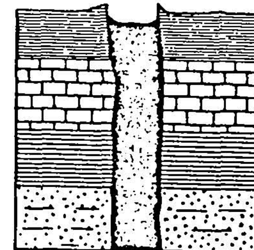
படம் 4. கார்பானி.:பெர்ரஸ் காலப் படிவுப் பாறைகளில் டோலரைட்டு என்ற காரப் பண்புடைய பாறை செம்பாளப் பாறையாக ஊடுருவி உள்ளது.



அ



ஆ



இ

படம் 5. செம்பாள வகைகள்

அ. சூழற் பாறையினும் அதிக உயரமுள்ள செம்பாளம், ஆ. சூழற் பாறைக்குச் சம உயரமுள்ள செம்பாளம், இ. சூழற் பாறையினும் குறைந்த உயரமுள்ள செம்பாளம்.

காணப்படும். ஆரச்செம்பாளங்கள் சில இடங்களில் நீண்டு மிக ஆழ்ந்து செல்லும். அரான் (arran) கடற்கரை வளாகத்தில் 24 கி. மீ. தூரத்திற்குள் ஏறக்குறைய 525 செம்பாளக் கூட்டங்கள் உள்ளன. அவற்றின் மொத்தத் தடிப்பு 1649 மீட்டர் என ஆராய்ந்துள்ளனர்.

படிவுப் பாறை வளாகத்தில் இத்தகைய ஆரச் செம்பாளங்கள் தோன்றினால் அவை சூழ்ந்துள்ள பாறைகளைவிடக் கடினமாகவும் உறுதியாகவும் இருப்பதால் அரிமானத்திற்கு உட்படுவது இல்லை. எனவே, அவ்விடத்தில் மற்ற பாறைகளைவிட அவை உயர்ந்து முகடுபோலக் காட்சி அளிக்கும். சூழ்ந்துள்ள பாறைகளைவிட மென்மையாகவும் உய ரம் குறைந்ததாகவும் இருந்தால் செம்பாள இருப் பிடங்கள் கால்வாய்கள் போலமையும் (படம் 5).

சு. ச.

நூலோதி

1. Holmes, A., Holmes, D. L., Holmes Principles of Physical Geology, ELBS and Nelson, Lagos, 1978.

2. Gorshov, G., Yakushova, A., Physical Geology, Mir Publishers, Moscow, 1967.

ஆரஞ்சு

வெப்ப (tropic), மிதவெப்பப் (subtropic) பகுதி களில் பயிராக்கப்படும் மரக் கனி வகைகளில் ஆரஞ்சு வகையும் ஒன்றாகும். இவை எல்லாம் சித்ருஸ் (*Citrus*) என்னும் பேரினத்தையும், ரூட்டேசி (rutaceae) என்னும் அல்லி இணையா (polypetalous) இருவிதை யிலைக் குடும்பத்தையும் சார்ந்தவையாகும். ஆரஞ்சு கள் வணிகத்துறையில் மிகவும் முக்கியம் வாய்ந் தவை. இவற்றில் பலவகைகளுண்டு. இனிப்பு ஆரஞ்சு கள் (sweet oranges), செவில் ஆரஞ்சுகள், (seville oranges); மாண்டரின்கள் (mandarins) திராட்சை ஆரஞ்சுகள் (grape oranges), சாடக்குகள் அல்லது பொமல்லோக்கள் (shaddocks or pomelo), எலு மிச்சைகள் (lime), லெமன்கள் (lemons), சித்ரான்கள் (citrons) ஆகியவை மிக முக்கியமானவையாகும். ஆரஞ்சு தென்கிழக்கு ஆசியாவின் வெப்பமும், ஈரத்தன்மையுமுள்ள பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப் பட்ட போதிலும், இப்பகுதிகளுக்குத் தெற்கிலும், வடக்கிலும் கூட இது நன்கு வளர்ந்து வருகின் றன. சித்ருஸ் என்ற பேரினத்தை வகைப்பாட்டியலி லில் அறிந்து கொள்வது மிகவும் சிக்கலானதாகக் கருதப்படுகின்றது. வெவ்வேறு வல்லுநர்களின் கொள்கையின்படி இதன் சிற்றினங்களின் எண்ணிக் கை 145 வரை மதிப்பிடப் பட்டிருக்கின்றது. இருப் பினும் இதில் 12 முதல் 30 சிற்றினங்கள் தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றில் பெரும் பாலானவை இந்தியாவில் பயிராக்கப்படுகின்றன. ஆரஞ்சுகளின் தாயகம் சீனா என்று கி.மு. 2000 ஆண்டில் எழுதப்பட்ட ஒருகுறிப்பிலிருந்து தெரிகின்றது.

பொதுப் பண்புகள். இவைஇலையுதிரா (evergreen) மரங்கள் அல்லது புதர்ச்செடிகளாகும். மாற்றமைவு கொண்ட ஆரஞ்சு (alternate phyllotaxy) இலைக் காம்புகள் சிறகுபோன்று விரிவடைந்திருக்கும்; இலைகளினுள் எண்ணெய்க் குடுவைகள் (oil cavities) ஏராளமாக இருப்பதால் இவை ஒரு விதமான குறிப்பிடத்தக்க நறுமணத்தைக் கொடுப்பதுடன், ஒளிக்கெதிர்ப்புறமாக வைத்துப் பார்க்கும் பொழுது அவை புள்ளிகள் போன்றும் காணப்படும். இலைக் கோணங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் காணப்படும் ஒரு வலுவான முள் (thorn) இலைகளின் உருமாற்ற மாகக் கருதப்படுகின்றது. மலர்கள் இருபாலானவை (bisexual); ஆரச்சமச்சீருடையவை (actinomorphic); பெரும்பாலும் கோரிம்ப் (corymb) என்று கூறப் படுகின்ற மஞ்சரியில் அமைந்திருப்பவை. தனித்த மலர் அரிது. புல்லி, அல்லி வட்டங்கள் 4 முதல் 8 இதழ்களுடையவை. மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணிக்கை யைப் பொறுத்துக் கற்றைகளாக இருக்கும். சூற்பை மேல்மட்டமானது. 8 முதல் 15(18) அறைகளைக் கொண்டது. சூற்பையைச் சுற்றித் தேன் சுரக்கும் தட்டு (disc) உள்ளது. சூலகத்தண்டு 1. சூலகமுடி சிற வடிவமாகவோ (capitate) முழுமையாகவோ சற்றுப்பிளவுற்றோ (lobed) காணப்படும். சாதா ரணமாகக்கனி பெரியது; இது ஹெஸ்பெரிடியம் (hesperidium) என்று கூறப்படுகின்ற ஒரு தனி வகை சதைப்பற்றுள்ள கனியாகும். கனி ஒவ்வொன்றிலும் பலஅறைகள் உண்டு; ஒவ்வொரு அறையிலும் ஏறக்குறைய எட்டு விதைகள் (சில விதைகளற் றவை) சதைப் பற்றுள்ள பாகத்தில் புதைந் திருக்கும். கனிக்குத் தடித்த பீல் (peel) என்று கூறப் படுகின்ற தோலுண்டு. இதில் நிறமும், மணமும் உள்ள எக்சோகார்ப் (exocarp) அல்லது ஃபிளா விடோ (flavedo) என்ற மெல்லிய வெளிப்புறத் தோலும், வெண்ணிறப் பஞ்சுபோன்ற (spongy) பித் (pith) அல்லதுமீசோகார்ப் (mesocarp) என்ற இடைப் பகுதியும், எண்டோகார்ப் (endocarp) என்ற உள் பகுதியும் அடங்கியிருக்கின்றன. எண்டோகார்ப்பி லிருந்து சாறடங்கிய பல செல்களாலான குமிழ்கள் (vesicles) அறையின் மையத்தை நோக்கி வளர்ந்து நிரம்பியிருக்கின்றன. பொதுவாக, கனி சம்பந்த பட்ட ஒவ்வொரு இயல்பும், அதாவதுதோலின் தடிப் புத் தன்மை, சதைப் பற்றின் அளவு, சாற்றினளவு, ளிப்பு, இனிப்புத் தன்மை, நறுமணம் போன்றவை சிற்றினங்களுக்குத் தக்கவாறு வேறுபடுகின்றன.

எலுமிச்சை-சி ஆரந்திஃபோலியா (*C. aurantifolia*-Lime). இதன் தாயகம் வடகிழக்கு இந்தியாவும், மலேசியாவும் ஆகும். கனிகள் சிறியவை; புளிப்பானவை; மெல்லிய தோலுடையவை. கனியின் சாறு பசசை அல்லது மஞ்சள் நிறமும் 'சி' வைட்டமினும் (vitamin C) நிறைந்தது. பானங்கள், இனிப்புப் பண்டங்கள் செய்வதற்கு இது பயன்படுகின்றது. இதன் எண்ணெய் இனிப்புப் பண்டங்களும் வாசனைப் பொருள்களும் செய்வதற்கும் பழக்குழைவு (jam), ஜெல்லி (jelly), மார்மலேடு (marmelade), மது பானங்கள், ஊறுகாய் ஆகியன செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது. கனிகள் குடற்புழுக் கொல்லியாகவும் பசி தூண்டுவதற்கும் பித்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் செரிப்புத்திறனைச் சீர்செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

சி. லிமோன் (*C. limon* - Lemon). இதன் தாயகம் இமாலயப் பிரதேசமாக இருக்கக்கூடும். கனிகள், சாறு நிறைந்த மஞ்சள் நிறமுடையவை. பானங்களுக்காகவும், இனிப்புப் பண்டங்களுக்காகவும் நறுமண மூட்டுவதற்காகவும் (flavouring) பயன்படுகின்றன. சித்ரிக் அமிலம் (citric acid) கனியில் அதிக அளவில் கிடைக்கின்றது. தோலிலிருந்து கிடைக்கின்ற எண்ணெய் வாசனைப் பொருள்கள் செய்வதற்கும் வாசனை தருவதற்கும் செரிப்பைத் தூண்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றது.

கடார நாரத்தை (கடாரங்காய்) சி. மெடிக்கா (*C. medica*-Citrons). வடகிழக்கு இந்தியா அல்லது தென் அரேபியா இதன் பிறப்பிடமாகக் கருதப்படுகின்றது. சிறிய மரம போன்ற புதர்ச்செடிகளாகிய இவற்றின் கனிகள் பெரியவையாகவும் மஞ்சள் நிறமுடையவையாகவும் இருக்கும். தோல் தடிப்பாகக் குறைந்த அளவுச் சதைப்பற்றைப் பெற்றுள்ளது. இதன் தோல் பதப்படுத்தப்பட்டுப் (candied peel) பயன்படுததப்படுகிறது. ஊறுகாய் போடுவதற்கும், மார்மலேடுகள் செய்வதற்கும் சீதபேதிக்கு (dysentery) மருந்தாகவும் பயன்படுகின்றது.

பம்பளிமாசு - சி. மாக்சிமா (*C. maxima*- shaddock, pomelo pummela). மலேசியாவிலும் பாலினேசியாவிலும் (Polynesia) இந்தியாவிலும் ஓரளவிற்குப் பம்பளிமாசு பயிராக்கப்படுகின்றது. கனிகள் பெரியவை; மஞ்சள் நிறமுடையவை. சதை மஞ்சள் அல்லது வெளிர் சிவப்பு (pink) நிறமுடையது. தோல் தடிப்பானது. இந்தியாவில் கனியாகவே உண்ணப்படுகின்றது. பழக்குழைவு, மார்மலேடுகள் ஆகியவை செய்யப் பயன்படுகின்றது.

மேற்கூறப்பட்ட வகைகளின் கனிகள் அகன்ற நீள்சதுர (broadly elliptic oblong) வடிவமானது 10 செ.மீ. க்குக் குறைவான் விட்டத்தையுடையது.

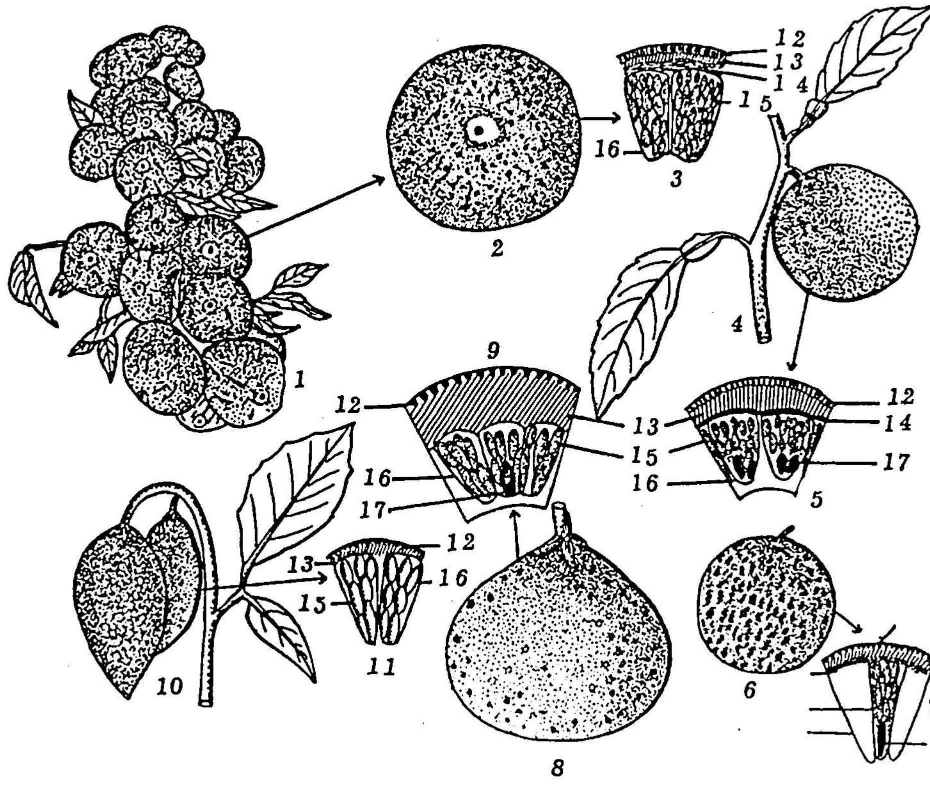
நாரத்தை (நாரங்கம்) – சி. ஆரந்தியம் (*C. aurantium*; seville bitter or sour orange, bigarade). இதன் பிறப்பிடம் தென்கிழக்கு ஆசியா. இதன் கனிகள் மார்மலேடு செய்வதற்கும் தோல் நோய், செரிப்புக் கோளாறுகள் (digestive complaints) ஆகியவற்றைப் போக்குவதற்கும் ஆரஞ்சு பானங்கள் (liquors) காய்ச்சுவதற்கும் சிலவகை வாசனைப் பொருள்களுக்கான எண்ணெயெடுப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. இதில் புரோவைட்டமின் ஏ யும், பி யும் நிறைந்திருக்கின்றன.

சாத்துக்குடி - சி. சினென்சிஸ் (*C. sinesis* - sweet orange), வடகிழக்கு இந்தியாவிற்கும் சீனாவின் அண்டைப் பகுதிகளுக்கும் சாத்துக்குடி உரியது. கனிகள் உருண்டையாகவும் ஆரஞ்சு நிறமுடையனவாகவும் இனிப்பும் நறுமணமும் கொண்ட சதையுடையனவாகவும் இருக்கும். கனிகள் உண்ணப்படுகின்றன. சாற்றைப் பதப்படுத்தி விற்பனைக்காகப் புட்டில்களில் அடைப்பார்கள். இதுவும் சி. ஆரந்தியும் கனிகளைப் போல் (ஆரஞ்சு பானங்கள் செய்வது தவிர) பயன்படுகின்றன. உடலுக்கு ஊட்டமளிக்கக்கூடியன. இதன் சாறு இரத்தத்தைத் தூய்மை செய்யவும் காய்ச்சலின்பொழுது ஏற்படுகின்ற தாகத்தைப் போக்கவும் பயன்படுகின்றது. பித்தபேதியைக் குணப்படுத்துகின்றது; பழத்தின் தோல் முகப்பருவை அகற்றுவதற்குப் பயன்படுகின்றது. இவற்றின் இருமுனைகளின் விட்டம் மையத்தின் விட்டத்தைவிடச் சற்றுப் பெரிதாகவும் இருக்கும். தோல் எளிதில் உரிக்க முடியாதது.

அம்லா ஆரஞ்சு-சி. ரெட்டிக்குலாத்தா (*C. reticulata*; mandarin orange; loose skinned orange). சீனா, கொச்சின் சீனா (தெ. வியட்நாம்) ஆகியவை இதன் தாயகம். இதனைக் கமலா ஆரஞ்சு என்றும் கூறுவர். கனிகளின் தோல் தனித்திருக்கும் (loose skinned); கனிகள் ஆரஞ்சு நிறமுடையவை; இனிப்பானவை. இவற்றின் இரு நுனிகள் சிறுதட்டையாகக் குவிந்திருக்கும்; முனைகளின் விட்டம் மையத்தின் விட்டத்தைவிடக் குறைந்திருக்கும். தோல் எளிதில் பிரியக்கூடியது.

பயிரிடும் முறை. உற்பத்தி அளவில் ஆரஞ்சு ஆறாவது இடத்தைப் பெறுகின்றது. இந்தியாவில் தமிழகம், மத்திய மாநிலங்கள் (Central Provinces), பம்பாய், அசாம், குடகு ஆகிய பகுதிகளில் ஆரஞ்சு பயிராக்கப்படுகின்றது. சாதாரணமாக இது பல தரப்பட்ட வெப்பநிலைகளிலும், நிலங்களிலும் பயிராகக்கூடியது. வெப்பமான தென்னிந்தியப் பகுதிகளிலும் பொதுவாக நன்கு வளர்கின்றது. மணற்பாங்கான களிச்சேற்று நிலமும் (loam) வளமுடைய நிலமும் ஆரஞ்சு பயிரிடுவதற்கு மிகவும் உகந்தவை. நிலத்தில் நீர்தேங்கி இருத்தல் கூடாது.

இது விதைகள், தண்டின் துண்டுகள் (cuttings),



ஆரஞ்சு வகைகள்

1-3 கமலா ஆரஞ்சு 1. ஆரஞ்சு கொத்து 2. பெரிதாக்கப்பட்ட கமலா ஆரஞ்சு 3. அதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் ஒருபகுதி 4 & 5 நாரத்தை 4. ஒரு கனியுடைய மிலார் 5. கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் ஒருபகுதி 6 & 7 சாத்துக்குடி 6. கனி 7. அதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் ஒருபகுதி 8 &9 பம்பளிமாசு. 8. கனி, 9. அதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் ஒரு பகுதி, 10. & 11. எலுமிச்சை 10. இரு கனிகளுடையமிலார் 11. கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் ஒருபகுதி 12. எக்ஸோகார்ப் அல்லது ஃபிளாவிடோ 13. பித் அல்லது மீசோகார்ப் 14. என்டோகார்க் 15. சாற்றுக்குமிழ் 16. அறை அல்லது ஆரஞ்சு 17. விதை

பதியன்கள் (layerings), மொட்டு ஒட்டுதல் (budding) ஆகியவற்றின் மூலம் பயிராக்கப்படுகின்றது. நன்கு கழுவி,நிழலில் உலரவைத்த விதைகளை ஒவ்வொருவரிசையில் 2.5 செ.மீ. இடைவெளி விட்டும், இருவரிசைகளுக்கிடையே 7.5 செ.மீ. இடைவெளி விட்டும் நடுதல் வேண்டும். நீர் பாய்ச்சும்பொழுது விதைகள் அசையாத வண்ணம் மண்ணினால் மூட வேண்டும். ஆறிலிருந்து ஒன்பது மாதங்கள் கழிந்த பிறகு நாற்றுக்களை வேருடன் களைந்து 13 மீ. × 6 மீ, அளவுள்ள பாத்திகளில் நடவேண்டும். நாற்றுக்களுக்கு நடுவே 22.5 முதல 30.0. செ.மீ. இடைவெளியும் இருவரிசைகளுக்கிடையே 45 முதல் 60 செ.மீ. இடைவெளியும் இருக்க வேண்டும். செடிகள் 18 முதல் 24 மாதங்கள் வளர்ந்தபிறகு மொட்டு ஒட்டுதல் செய்யப்படுகின்றது. மொட்டு ஒட்டுவதற்குச் சில நாள்களுக்கு முன்பே செடிகளின் பக்கக் கிளைகளை அகற்ற வேண்டும். பிறகு நன்கு வளர்ச்சியடைந்த மொட்டையும் பழுப்பு நிறவரிகளுடன் கூடிய பசுமைநிறப் பட்டையையும் முட்கள் இல்லாத உருண்டையான குச்சியையும் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இத்தகைய குச்சிகளைச் செழிப்பான, நல்ல பலனளிக்கக் கூடிய மரங்களிலிருந்து எடுத்தல் வேண்டும். இளஞ் செடியின் தண்டில், நிலத்திலிருந்து 22.5 முதல் 30.0 செ.மீ. உயரத்தில் மொட்டுகளைச் செருக வேண்டும். செருகப்பட்ட மொட்டு 5 செ.மீ. நீளம் வளர்ச்சியடைந்தவுடன், இதற்கு மேலுள்ள இளஞ் செடியின் பகுதியை வெட்டிவிட வேண்டும். அடிக்கடி நீர் பாய்ச்சுதல் அவசியம். காய்ப்பதற்கு முன்பு அதிக அளவு நைட்ரஜன் அடங்கிய எருவும், காய்த்துக் கொண்டிருக்கும் பொழுது எல்லாவகையான ஊட்டச் சத்துக்களும் அளிக்க வேண்டும். நன்கு முதிர்ந்த மரங்களின் கிளைகளை, குறிப்பாக மரங்களின் கீழ்ப் பகுதியிலுள்ளவற்றை, நறுக்குதல் (pruning) வேண்டும்.

நோய்களும் தடுப்புமுறைகளும். ஆரஞ்சில் சித்ரஸ் கேங்கர் (citrus canker) என்னும் நோய் பெருவாரியாக ஃபைட்டோமோனாஸ் சிதரி (*phytomonas citri*)

என்னும் ஒருவகைப் பாக்டீரியாவினாலுண்டாகின்றது. இலைகள், இளங்கிளைகள், முட்கள், கனிகள் ஆகியவை தாக்கப்படுகின்றன. தொடக்கத்தில் மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறமான தெளிவான புள்ளிகளாகத் தோன்றுகின்ற அறிகுறிகள், பிறகு விரிவடைந்து வட்ட வடிவ வெடிப்புகளாகத் தோன்றுகின்றன. கடைசியில் இவையெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து கடினமான, கார்க் போன்ற படைகளாக மாறுகின்றன. பட்டுப்போன பாகங்களையும் பாதிக்கப்பட்ட பழங்களையும் அகற்றுவதினாலும் போர்டோ கலவையைத் (bordeaux mixture) தெளிப்பதனாலும் இந்நோயைத் தடுக்கலாம். பிசின் நோய் (gummosis gum disease) ஃபைட்டோப்த்தோராவின் (*phytophthora*) வெவ்வேறு சிற்றினங்களினால் உண்டாகின்றது. இந்நோய் ஏற்படும்போது பட்டை உரிந்தோ வெடித்தோ ஆம்பர் (amber) நிறப் பிசின் முதன்முதலாக வெளிப்படும். பாதிக்கப்பட்ட பட்டையை அகற்றிய பிறகு வெளிப்படுகின்ற கட்டையின் மேல் 50 விழுக்காடு கார்பாலிக் அமிலம் (carbolic acid) அல்லது 25 முதல் 30 விழுக்காடு கிரியோசோட்டு எண்ணெய் (creosote oil) பூச வேண்டும். மிக அதிக அளவில் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடியது பேபிலியோ டெமோலியஸ் (*Papilio demoleus*) என்னும் ஒருவகை வண்ணத்துப் பூச்சியாகும். இது மரத்தைத் தாக்கும்பொழுது எல்லா இலைகளும் உதிர்ந்துவிடும். முட்டைகளைக் கையினால் அகற்றுவதாலும் சோடியம் ஃபுளூவோசிலிகேட்டைத்(sodium fluocilicate) தெளிப்பதனாலும் வலை போட்டு வண்ணத்துப் பூச்சிகளைப் பிடித்து அகற்றுவதனாலும் இந்நோயைத் தடுக்கலாம்.

எ.கோ.

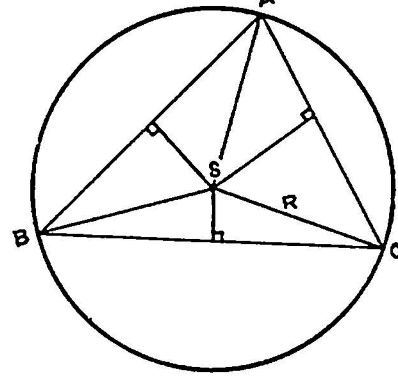
நூலோதி

The Wealth of India, Vol II, CSIR Publications, New Delhi, 1984.

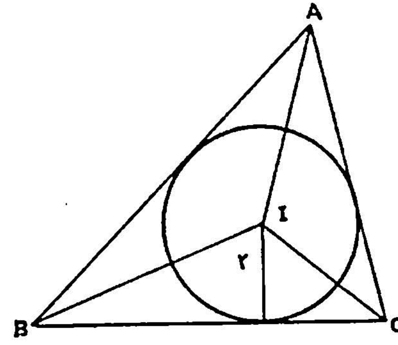
ஆரம்

இருபருமான வெளியில் (two dimensional space) வரையப்படும் வட்டம், முப்பருமான வெளியில் வரையப்படும் கோளம் ஆகியவற்றில் நிலைப்புள்ளியான மையப்புள்ளிக்கும் சுற்று வரைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு பொதுவாக ஆரம் எனப்படும். ஆரங்களில் சில வகைகள் கீழே விளக்கப்படுகின்றன.

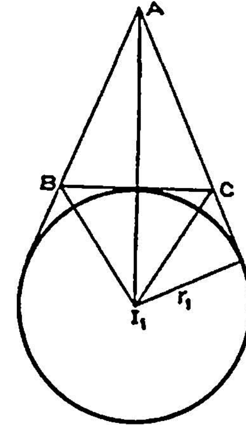
சுற்றாரம் (circum radius). ABC என்ற முக்கோணத்தில், உச்சிகள் A,B,C வழியாகச் செல்லும் வட்டம் சுற்று வட்டம் (circum circle) ஆகும். முக்கோணத்தின் பக்கங்களின் மையக் குத்துக்கோடுகள் சந்திக்கும் புள்ளி S ஐ மையமாகவும், SA ஐ ஆரமாகவும் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்தால் அந்த வட்டம் A,B,C என்ற மூன்று உச்சிகளின் வழியாகவும் செல்லும் (படம் 1). இவ்வட்டத்தின் ஆரம் முக்கோணம் ABC இன் சுற்றாரம் எனப்படும்.



படம் 1.



படம் 2.



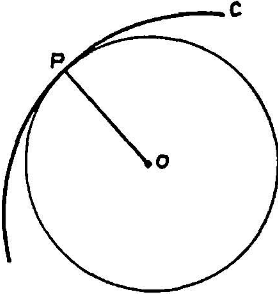
படம் 3.

உள்ளாரம் (inradius). முக்கோணம் ABC யில், BC, CA, AB என்ற பக்கங்களை உட்புறமாகத் தொட்டுக் கொண்டு செல்லும் வட்டம் உள்வட்டம் (incircle) ஆகும். A, B, C என்ற கோணங்களின் உள் சம வெட்டிகள் சந்திக்கும் புள்ளி I -ஐ மையமாகவும், I இலிருந்து முக்கோணத்தின் ஒரு பக்கத்திற்கு உள்ள

செங்குத்துத் தூரத்தை ஆரமாகவும் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்தால் அது முக்கோணத்தின் எல்லாப் பக்கங்களையும் உள்ளே தொடும் (படம் 2). இந்த வட்டத்தின் ஆரம் உள்ளாரம் எனப்படும்.

வெளியாரம் (exradius). முக்கோணம் ABC இல், ஒரு பக்கத்தை வெளியிலும், மற்ற இரு பக்கங்களின் நீட்டிப்புகளை உள்ளேயும் தொட்டுக் கொண்டு செல்லும் வட்டம், வெளி வட்டம் எனப்படும். கோணம் A யின் உள் சமவெட்டியும் A,B என்ற கோணங்களின் வெளிச் சமவெட்டிகளும், I_1 என்ற புள்ளியில் சந்திக்கின்றன. I_1 இலிருந்து ஒரு பக்கத்திற்கு அல்லது பக்கத்தின் நீட்டிப்புக்கு உள்ள செங்குத்துத் தூரத்தை ஆரமாகவும் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்தால் அது முக்கோணத்தின் எல்லாப் பக்கங்களையும் தொடுவதுடன், A என்ற உச்சிக்கு எதிர்ப்புறமாகவும் அமையும் (படம் 3). இந்த வட்டத்தின் ஆரம், வெளியாரம் ஆகும். இதைப் போன்றே B,C என்ற உச்சிகளுக்கு எதிர்ப்புறமாகவும் மேலும் இரண்டு வெளிவட்டங்கள் வரையலாம். ஆக ஒரு முக்கோணத்திற்கு மூன்று வெளிவட்டங்கள் உண்டு.

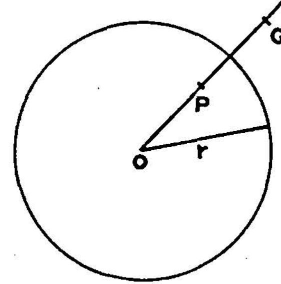
வளைவாரம் (radius of curvature). C என்ற வளைவுக் கோட்டின் மேல் உள்ள P என்ற புள்ளியைத் தொடுமாறு, வளைவின் குழிவான பகுதியில் ஒரு வட்டம் வரையலாம். இவ்வட்டம் வளைவு வட்டம் எனப்படும். இதன் ஆரம் OP வளைவு ஆரம் என வரையறுக்கப்படுகின்றது (படம் 4).



படம் 4.

கொட்பாரம் (radius of gyration). கொடுக்கப்பட்ட ஒரு அச்சைச்சுற்றி, M பொருண்மை (mass) உடைய ஒரு பொருளின் நிலைமத்திருப்புமை (moment of inertia) MK^2 எனக் கணக்கிடப்படுகின்றது. இங்கு K என்பது அச்சைப்பொறுத்து, பொருளின் கொட்பாரத்தைக் குறிக்கின்றது.

தன்மாற்று ஆரம் (radius of inversion). Oஐ மையமாகவும் rஐ ஆரமாகவும் கொண்ட ஒரு வட்டத்தின் தளத்தில் $OP.\ OQ = r^2$ ஆக உள்ளபடி அமைந்த P,Q என்ற இரு புள்ளிகள் இவ்வட்டத்தின் தன்மாற்றுப் புள்ளிகளாக (inverse points) அமைகின்றன. இந்த வட்டம் தன்மாற்றுவட்டம் (circle of inversion) என்றும், ஆரம், தன்மாற்று ஆரம் அல்லது தன்மாற்று வட்ட ஆரம் என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன (படம் 5).



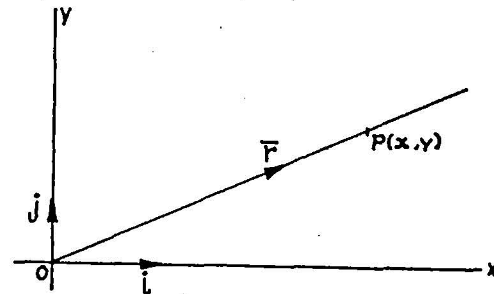
படம் 5.

திசையன் ஆரம் (radius of vector). ஒரு வெளியில் (space) O ஒரு நிலைப்புள்ளியாகவும், P ஏதேனும் ஒரு புள்ளியாகவும் குறிக்கப்பட்டால், OP என்ற குறியீடு, O விலிருந்து P க்கு உள்ள தூரத்தையும், திசையையும் குறிக்கும். OP, O இனைப் பொறுத்து P இன் திசையன் ஆரம் அல்லது ஆரத்திசையன் ஆகும் (படம் 6).



படம் 6.

OP ஒரு இருபருமான வெளியில் அமைந்திருப்பின் O-வழியே ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக வரையப்படும் OX,OY என்ற அச்சுக்களைப் பொறுத்து P யின் ஆயங்கள் (coordinates) (x,y) எனக்கொண்டு i,j என்பன முறையே OX, OY திசைகளின் அலகுத் திசைகளானால் P இன் திசையன் ஆரம் $OP = xi + yj$ ஆகும் (படம் 7).



படம் 7.

OX, OY, OZ என்பன ஒரு முப்பருமான வெளியில் அமைந்த செங்குத்து அச்சுகளாகவும், (x,y,z) என்பன P இன் ஆயங்களாகவும் i,j,k என்பன முறையே OX, OY, OZ திசைகளில் அமைந்த அலகுத் திசைகளாகவும் இருந்தால் OP = xi + yj + zk ஆகும்.

சு. நாராயணசுவாமி

ஆரல் கடல்

தென்மேற்குக் கசாக்ஸ்தானுக்கும் (Kazhakstan) வடமேற்கு உஸ்பெக்கிஸ்தானுக்கும் (Uzbekistan) இடையில் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் ஏறத்தாழ 53மீ. உயரத்தில் இக்கடல் அமைந்துள்ளது. இது உலகின் நான்காவது உள்நாட்டுப் பெரிய நீர் நிலையாகும். இக்கடலின் நீளம் 420 கி.மீ; அகலம் 280 கி.மீ; பரப்பு 67,340 சதுர கி.மீ. இக்கடலின் பெரும்பகுதி ஆழமில்லாமையால், 70 மீ. பெரும ஆழமுள்ள சிறிய பகுதியில் மட்டிலும் கப்பல் போக்குவரத்து நடைபெறுகிறது. இக்கடலின் பெயர், கிர்கிஸ்-ஆரல்-டென்ஹிஸ் (Kirgiz-Aral-denhiz) என்ற பெயரிலுள்ள ஆரல் எனும் பெயரிலிருந்து பெற்றிருக்கக்கூடும் எனக் கருதுகின்றனர். ஏறக்குறைய 1130 தீவுகளை உள்ளடக்கியுள்ள இக்கடல், தீவுகளின் கடல் எனவும் வழங்கப்படுகிறது.

அமு டார்யா (Amu darya), சிர் டார்யா (Syr darya) எனும் ஆறுகள் இக்கடலில் கலக்கின்றன. இக்கடலுக்குக் கழிமுகம் இல்லை. இக்கடலின் நீர் மட்டம் ஆறுகளால் கொண்டுவரப்படும் நீரினாலும் நீராவியாதலாலும் பாதிக்கப்படுவதால் இதன் நீர் மட்டம் 3 முதல் 9 மீ. வரை உயர்ந்து தாழ்கிறது. இக்கடலின் உவர்மை 8 முதல் 15 விழுக்காடு வரையிலான குறைந்த அளவில் உள்ளது.

அரால்ஸ்க் (Aralsk), முய்நாக் (Muynak) ஆகியவை இக்கடலின் முக்கிய துறைமுகப்பட்டினங்களாகும். இக்கடலைச் சுற்றியுள்ள சிறுபான்மையோர் மீன் பிடித் தொழிலில் ஈடுபடுகின்றனர். சோடியம், மகனீசியம் சல்பேட்டு போன்ற உப்புக்கள் இக்கடலோரப் பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன.

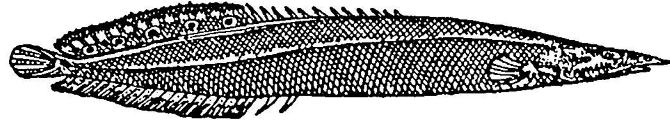
ம. அ. மோ.

ஆரல் மீன்

ஆரல் ஒரு நன்னீர் மீன். இந்த எலும்பு மீனை (bony fish) முள்விலாங்கு (spiny eel), சிறுவிலாங்கு எனவும், ஆரால் மீன் எனவும் கூறுவர். பிரான்சிஸ் டே (Francis day) என்ற ஆங்கிலேய அறிஞர் இதற்கு **ரிங்கோப்டெல்லா அக்குலியேட்டா** *(Rhynchobdella aculeata)* என்று பெயரிட்டார். தற்போது மீனியல் வல்லுநர்கள் **மேக்ரோனேத்தஸ் அக்குலியேட்டஸ்** *(Macrognathus aculeatus)* என்றே இதை வழங்குகின்றனர்.

ஆரல் மீன், எலும்பு மீன்களின் (Osteichthyes) வகுப்பில், முழு எலும்பு மீன்களின் (Teleosteii) மேல் வரிசையில், மாஸ்டா செம்பெலோஃபார்மிஸ் (Mastacembelofirmes) வரிசையில் மாஸ்ட்டா செம்பெலிடே (Mastacembelidae) குடும்பத்தின்கீழ் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது.

மாஸ்டாசெம்பெலிடே குடும்பத்தில் **'மாஸ்டா செம்பெலஸ் ஆர்மேட்டஸ்,** *(Mastacembelus armatus)* என்ற குள்ள ஆரால் **மாஸ்டாசெம்பெலஸ் பான்காலஸ்** *(Mastacembelus pancalus)* என்ற 'பேய் ஆரால்' முதலிய வகைகளும் உள்ளன. பாம்பை ஒத்த உடலமைப்புடையதும் சேற்றில் புதைந்து வாழும் இயல்புடையதுமான ஆரால் மீன், ஏரி, குளம், குட்டை, கழிமுகங்கள் ஆகியவற்றில் வாழ்கிறது. பெரும்பாலும், ஓடும் நீரின் சகதிகளில் தான் அதிகம் காணப்படும். ஐரோப்பாவிலும், ஆசியாவிலும் கூட இது பரவியிருப்பதாக மெயிட்லாண்டு (Maitland) கூறுகிறார். நம்நாட்டில் ஆரல் மீன் கிழக்குக் கடற்கரையை ஒட்டியநீர் நிலைகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது: வட பஞ்சாபிலும் மலபார் கடற்கரையிலும் ஆரல் காணப்படுவதில்லை. அண்மையில், குள்ள ஆரல், மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப் பகுதிகளில் கூடப் பரவ ஆரம்பித்துவிட்டதாக இந்திய விலங்கியல் ஆராய்ச்சிக் கழக இணை இயக்குநர் கே.சி. ஜெயராம் (K.C. Jayaram) கூறுகிறார்.



ஆரல்மீன்

ஆரல் மீன் அதிகநீளத்துக்கு வளராது. சராசரியாக 50 இலிருந்து 120 செ. மீ. நீளம்வரைதான் வளரும். இவற்றுள், மிகுந்த நிற வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. வட இந்தியாவில் வாழும் வகைகள் பச்சை அல்லது பழுப்பு மேற்புறத்தையும் மஞ்சள் கலந்த வயிற்றுப் பகுதியையும் கொண்டவை. தென்னிந்திய நீர் நிலைகளில் வாழ்பவை புள்ளிகள் கொண்ட பழுப்பு நிறமானவை. ஆரல் மீன், தாவர உணவையே பெரிதும் விரும்பி உண்ணும். நாரைகள் இவற்றை விரும்பித் தேடி உணவாகக் கொள்கின்றன. இதை,

ஒழுகு நீராரல் பார்க்கும்
குருகு முண்டுதான் மணந்த ஞான்றே
(புறம்-25)

என்ற பாடல் மூலம் அறியலாம்.

ஏனைய நன்னீர் மீன்களைப் போலல்லாது,

ஆரல் மீன் செவுள்களின் வழியாகவும் தோலின் மூலமும் கூடச் சுவாசிக்க வல்லது. அன்றியும், இதன் வாய்க்குழியும் கூடச் சுவாச உறுப்பாகப் பயன்படுவ தாக மன்றோ (Munro) கூறியுள்ளார். நீருக்குள்ளும் நீருக்கு மேலேயும் வந்து சுவாசிக்கும் இருசுவாச முறையை (bimodal respiration) ஓஜா, முன்ஷி (Ojha, Munshi) என்ற பேராசிரியர்கள் ஆராய்ந்துள்ள னர். இதன் இரத்தத்திலுள்ள ஹீமோகுளோபினின் (haemoglobin) அளவும், இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் (red blood corpuscles) அளவும் பிற குருதி அளவீடு களும் (blood indices) நீர்ச் சுவாசத்தையே நம்பி யிருக்கும் மீன்களில் காணப்படுவதைவிட அதிகம் என்று பிரசாத், பாண்டே, சாச்சால் (Prasad, Pandey, Chachal) ஆகியோர் கூறுகின்றனர். வளிமண் டல ஆக்சிஜனின் அழுத்தம் குறைவதை ஆரல் மீன் கள், துல்லியமாக அறிந்துவிடும் என ஆராய்ச்சியா ளர்கள் கூறுகிறார்கள்.

தாம் வாழும் நீர் நிலைகளில் போதிய அளவு ஆக்சிஜன் இருந்தும், வளிமண்டல ஆக்சிஜனையே இம்மீன் சுவாசிக்கப் பயன்படுத்துகிறது. இதற்கான காரணங்கள் பற்றி ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளப் படவேண்டியுள்ளன.

முட்கள் அதிகமிருப்பினும், தமிழ்நாட்டு மக்கள் விரும்பி உண்ணும் மீன்களில் இதுவும் ஒன்று. அண் மைக் காலங்களில், நீர் நிலைகள் மாசுறுவதினால் (pollution) இவற்றின் பரவலும், தொகையும் வேக மாகக் குறைந்து வருகின்றன.

க. மு. நடராசன்

நூலோதி

1. Day, F., The Fauna of British India, Vol. 1, Taylor and Francis, London, 1889.
2. Maitland, P.S., The Hamlyn guide to Fresh - water Fishes of Britain and Europe, Hamlyn Ltd.,London. 1977.

ஆரல் (கார்த்திகை) விண்மீன்

கார்த்திகை (pleiades) விண்மீன் முடிச்சின் (star cluster) மறுபெயர் ஆரல் எனப்படும். இது இடப (Taurus) விண்மீன் குழுவில் (constellation) அமைந் துள்ளது. பூமியிலிருந்து ஏறத்தாழ 40 ஒளி ஆண்டு கள் (light years) தொலைவில் இவ்விண்மீன் முடிச்சு உள்ளது. இதன் நேரியல் விட்டம் (linear diameter) 15 ஒளி ஆண்டுகள் ஆகும். வெளிச்சமான ஒண் முகிற்படலத்திற்குரிய (nebula) பொருள்களையும், 3000 விண்மீன்களையும் உள்ளடக்கியிருக்கிறது. ஆனால் அவற்றுள் ஆறு விண்மீன்களை மட்டுமே எந்தவிதத் தொலைநோக்கியின் உதவியுமின்றிப் பார்க்கமுடியும்.



ஆரல் விண்மீன்

மற்ற விண்மீன்களைத் தொலைநோக்கியின் உதவி யால் மட்டுமே காண இயலும். கிரேக்கப் புராணக் கதைகளில், ஆறு சகோதரிகளான அல்சிஒன் (Alcyone), மயா (Maia), அட்லாஸ் (Atlas), எலெக்ட்ரா (Electra), மெரோப் (Merope), டாய்கெட்டே (Taygete) ஆகியவர்களின் பெயர்களை இவ்விண் மீன்களுக்கு வைத்து அழைக்கின்றனர். இந்த ஆறு விண்மீன்களின் அமைப்பு, மண் அகழ்வோர் போன்ற அமைப்பிலுள்ளது. முன்பு இவ்விண்மீன் முடிச்சு தோன்றுவதையும் மறைவதையும் கொண்டு குளிர் கால, கோடைக்காலங்களைக் கணக்கிட்டனர் மேலும் கடல் பயணம் தொடங்குவதையும் முடிப்ப தையும் இதனைக் கொண்டே செயல்பட்டனர். தமி ழர்கள் ஒரு மாதத்தின் பெயராகவும் தென்அமெ ரிக்க இந்தியர்கள் ஒரு ஆண்டின் பெயராகவும் இதைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

இந்த விண்மீன் முடிச்சுகளை முதன் முதலில், 1610 ஆம் ஆண்டு, கலிலியோ (Galileo) என்ற அறிஞர் தொலைநோக்கியின் உதவியால் 36 விண்மீன்களுடன் கண்டறிந்தார். பின்னர் 1889 ஆம் ஆண்டு ஏறத்தாழ 2326 விண்மீன்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. முதன் முதலில் 1885 ஆம் ஆண்டு பால் (Paul), ஹென்றி (Henry) என்பவர்கள் இத னைப் படம் எடுத்தனர். காண்க, இடபம்.

பெ. வ.

ஆரியபட்டா

வானியல், கணிதவியல் ஆகிய துறைகளில் உலகப் புகழ்பெற்ற அறிஞர்களில் ஆரியபட்டா (Aryabhata

-I) என்பவரும் ஒருவராவர். இவர் இந்தியாவிலுள்ள பாடலிபுரத்தைச் (தற்போது பாட்னா என்று சொல்லப்படுகிறது) சார்ந்தவர் என்று ஒரு சிலரும் கேரளாவைச் சார்ந்தவர் என்று வேறு சிலரும் கூறுகின்றனர். ஆயினும், பாடலிபுரத்திற்கருகிலுள்ள குசும்புரா (Kusumbra) என்ற இடத்தில் இவர் தம் பள்ளிக் கல்வியை முடித்தார் எனத் தெரிகிறது.

கி.பி. 499 ஆம் ஆண்டில், இவர் தசகீதிகா (dasagitika-giti-stanzas), கணிதப்பாடம் (ganitapada-mathematics), காலக்கிரியா (kalakriya-reckoning of time) கோளம் (gola-sphere) என்ற நான்கு பிரிவுகள் கொண்ட ஆரியபட்டீயம் (aryabattiyam) என்ற நூலை, ஈரடிச் செய்யுட்களாலான கவிதை வடிவத்தில் எழுதினார். முதற்பாகமான தசகீதிகாவில், பத்துச் செய்யுட்களில், வானியலின் அட்டவணைகளைப் பற்றியும், சைன் (sine) அளவுகாணும் முறையையும் சைன் அட்டவணை பற்றியும் எழுதியுள்ளார். கணிதப்பாடம், கணிதமுறைகள், வானியல் தொடர்பானகாலக்கிரியா, கோளம் ஆகியன பற்றி மற்ற பகுதிகளில் கூறியுள்ளார்.

எண் வரிசைகளிலிருந்து தொடங்கி அடுக்குக் கணிப்பு, மூலக் கணிப்பு, பருமன் ஆகியவற்றைப் பற்றியும், இருபடிச் சமன்பாடுகள் (quadratic equations), முதல்வரிசைத் தேராச் சமன்பாடுகள் (indeterminate equation of first order) தீர்வுகாணும் முறைகளைப் பற்றியும் இந்நூலில் காணலாம். $\pi=3.1416$ என்ற மதிப்பும், நேர்மாறு சைன் (inverse sine) இன் பயனும் இவரது கண்டுபிடிப்புகளில் மிக முக்கியமானவை.

மேலும் இவரது நூல், பல கணக்கியல் முடிவுகளைக்கொண்டு பிற்காலத்தில் தோன்றிய கணித வல்லுநர்களுக்கு வழிகாட்டியாக இருந்தமையால் அவை பலமொழிகளிலும் மொழி பெயர்க்கப்பட்டுள்ளன.

புவியின் நாள் சுழற்சி (diurnal rotation) பற்றியும் சூரியநிலா கோள் மறைப்புக்கள் (solar, lunar eclipses) பற்றியும், இயல்பு எண்களின் (natural numbers) கூடுதல், அவைகளின் இருபடிகள் (squares), முப்படிகளின் (cubes) கூடுதல் ஆகியவை பற்றியும் கணிக்கச் சரியான பொதுமுறைகளை ஆரியபட்டா கணித உலகிற்குத் தெரிவித்தார்.

கி. பி. 10ஆம் நூற்றாண்டில் ஆரியபட்டா என்ற பெயருடைய மற்றொரு கணித வல்லுநரும் இருந்தபடியால், முன்னவரை ஆரியபட்டா I என்றும், பின்னவரை ஆரியபட்டா II என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

ஆரியபட்டா II கி.பி. 950 ஆம் ஆண்டில் வானியலைப் பற்றி 18 அத்தியாயங்கள் அடங்கிய நூலினை இயற்றினார். மேலும், மகாசித்தாந்தா (Mahasiddhanta) என்ற நூலில், **படிகணிதா** (Patiganitha) எண்ணியல், அளவையியல், பெருக்கல், வகுத்தல், இருபடி, முப்படி, இருபடிமூலம், முப்படிமூலம தள உருவங்களின் (plane figures) பரப்பும் அடங்கியது) **குட்டகாகணிதா** (Kuttakaganitha) தேராச் சமன்பாடுகளின் கணக்குகளும், தீர்வுகளும் அடங்கியது) **பீஜ கணிதா** (Bijaganitha - தெரியா அளவுகளின் கணக்குகள் (problems of unknown quantities) பகுபடா எண்கள் (surds) அடங்கியது) ஆகிய கணிதவியலின் மூன்று பிரிவுகளைப் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார். இவற்றில் குட்டகாகணிதா பிற்காலத்தில் இந்திய அறிஞர்களுக்கு மிகவும் பயன்பட்டது.

ப. க.

நூலோதி

Bag,. A.K., Mathematics in Ancient and Medieval India, Chankhambha Orientalia, Delhi, 1979

ஆரியபட்டா (செயற்கைக் கோள்)

ஐந்தாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த இந்தியக் கணித, வானியல் அறிஞர் ஆரியபட்டர் (Aryabhatta) என்பவரின் பெயரால் அழைக்கப்படும் முதல் இந்தியச் செயற்கைக் கோள் 1975 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் 19 ஆம் நாள் இந்திய நேரப்படி 13 மணிக்குச் சோவியத் நாட்டு விண்வெளி ஏவுதளத்தில் இருந்து விண்வெளியில் ஏவப்பட்டது.

செயற்கைக்கோளின் வட்டணை (orbit). இச்செயற்கைக் கோள் நிலத்திலிருந்து 600 கி.மீ. உயரமுள்ள வட்டணையில் அமையுமாறு ஏவப்பட்டது. நிலத்திலிருந்து இச்செயற்கைக் கோளின் வட்டணைக்குள்ள பெரும இடைவெளி 623 கி. மீட்டர்; சிறும இடைவெளி 564 கி. மீட்டர். இச்செயற்கைக் கோள் வட்டணையிலிருந்து 50° சரிவுடன் சுற்றுகிறது. இச்செயற்கைக்கோள் புவியை 96.41 மணித்துளிகளுக்கு ஒரு முறை சுற்றி வந்தது. இதன் சராசரி வேகம் நொடிக்கு 8 கி.மீ; இயக்க வாழ்நாள் (operational life) 6 மாதங்கள்; வட்டணை வாழ்நாள் $2\frac{1}{2}$ ஆண்டுகள்.

கட்டமைப்புக் கூறுபாடுகள். நீலம், ஊதா நிறங்களாலான 26 முகங்களைக் கொண்ட இச் செயற்கைக் கோள் சாய்வான கோள வடிவப் பல பட்டகமாகும். இதன் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்குள்ள நீளம் 1.6 மீட்டராகும். இது 360 கிலோ கிராம் எடை கொண்டது. இதுவே இதுவரை விண்வெளியில் ஏவப்பட்ட செயற்கைக் கோள்கள் அனைத்திலும் அதிக எடையுள்ள முதல் செயற்கைக் கோளாகும். நிலக்கோளத்தைச் சுற்றிவரும் போது இயக்கவியலாக நிலைப்புடன் இருப்பதற்கு ஏற்ப இதனுடைய மேற்புற வடிவ அமைப்பு உருவாக்கப்

பட்டுள்ளது. இதன் வெளிக்கூடு (outer shell) இந்துத் தான் வானியக்க நிறுவனத்தால் (Hindustan Aeronaticals Ltd.) வலிமையான இணைப்புகளுடனும் தக்க அளவுகளுடனும் அமையுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டது.

மின்திறன் (power). இதில் காணப்படும் பலவகை மின் துகளியல் துணை அமைப்புகள், சிலிக்கான் சூரிய மின்கலங்களாலும், நிக்கல் காட்மியம் மின் கலங்களாலும் இயக்கப்படுகின்றன. சூரிய ஒளியுள்ள வட்டணைப் பகுதியில் அவ்வொளி ஆற்றலை நேரிடையாக மின் ஆற்றலாக மாற்றி இச் செயற்கைக் கோள் சுற்றும்போது தேவைப்படும் மின் ஆற்றலைப் பெறுகிறது. நிக்கல்-காட்மியம் மின்கல அடுக்குகள் சூரிய ஒளியில்லாத போது வட்டணைப்பகுதியில் செயற்கைக் கோளுக்கு மின்சாரத்தைத் தருகின்றன. இவ்வமைப்பின் மொத்த மின்திறன் வெளியீடு 46 வாட் ஆகும்.

வெப்பக்கட்டுப்பாடு. செயற்கைக் கோளின் புறப் பரப்பின் வெப்பநிலை அடிக்கடி மாறிக் கொண்டிருக்கும். அதாவது, 75°C முதல் 100°C வரை மாறிக் கொண்டிருக்கும். செயற்கைக் கோளைச் சீரான முறையில் இயக்கவும், இச் செயற்கைக் கோளின் உள்ளே ஒரே சீரான வெப்பநிலை நிலவச் செய்யவும் இதன் மேல் அமைந்துள்ள சரியான புள்ளிகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பக் கட்டுப்பாட்டமைப்புகள் அமைந்துள்ளன. இவை இச்செயற்கைக் கோள் உள்வெப்பநிலை 0°C முதல் 40°C வரை அமையும்படிச் செய்கின்றன.

தொலைமுறை அளவியல் (telementry). தொலைமுறை அளவியல் அமைப்பு, பரந்த செய்தித் தொடர்பைத் தக்க தொடர்புக் கருவிமூலம் செய்திகளைத் தரைக் கட்டுப்பாட்டிற்கு அனுப்புகிறது. இச் செயற்கைக் கோள் சுழலும்போது 40 நிமிடங்களுக்குச்செய்திகளை ஒரு பதிவு நாடாவில் (tape recorder) பதிவு செய்து, அச்செய்திகளை, திருப்பி அளிக்கும் கருவிகள்மூலம் நிலத்தில் உள்ள தரைக்கட்டுப்பாட்டுத் தொலைநிலையங்களுக்குத் தொலைக் கட்டளை அமைப்பின் உதவியால் (tele command system), பதிவுசெய்யும் நேரத்தை விட 10 மடங்கு விரைவாக அந்நிலையங்களைச் செயற்கைக்கோள் கடக்கும் போதும், தருகிறது.

செய்தி வாங்கும் நிலையங்களை இச் செயற்கைக் கோள் ஒரு முறை கடக்கும்போது குறைந்த கால அளவு இடைவெளியே அமைவதால் கதிர்வீச்சு முலம் மேற்கூறிய அமைப்புகள் செய்திகளைத் திரட்டுகின்றன. இத்துணைத் தொழில் நுட்ப அமைப்பின் ஒருங்கிணைந்த சிறப்புப் பண்பு என்னவென்றால் இதில் ஏதாவது ஓர் அமைப்பு பழுதடைந்து விட்டாலும், இச் செயற்கைக் கோள் செய்யும் பணியில் எவ்வித மாற்றமும் அடையாமலிருக்க இரண்டாவதுஅமைப்பு இயக்கி வைக்கப்படுகிறது.

தரைக்கட்டுப்பாடு (ground control) இந்தத் தரைத் தொலை ஆணை அமைப்பு அடிப்படையான செயற்கைக்கோளிலிருந்துவரும் குறியீட்டுச் செயல் திறனை மாற்றுக் குறியீடுகளாக மாற்றி, செயற்கைக் கோளில் காணப்படும் 1 கிலோவாட் (1kw) வானொலி அலைவெண் கடத்தி மூலம் (148 மெகா ஹெர்ட்ஸ் திறன் கொண்டது) தரைக் கட்டுப்பாட்டிற்கு அனுப்புகிறது. செயற்கைக்கோளின் உணர் சட்டம் தரையிலிருந்து வரும் செய்திகளை அலை வாங்கி அமைப்புக்கு அனுப்புகிறது. இவ்வகைக் குறியீடுகள் பின்பு பதிவு செய்யப்பட்ட உண்மையான செய்திகள் பெறப்படுகின்றன. இதற்காக இங்கு 35 வகையான தன்னியக்க ஆணைகள் உள்ளன. அவை, மின்திறன் வழங்குதலை நிறுத்தல், இயக்கல், அமைந்துள்ள கட்டுப்பாடுகள் பதிவு செய்தல், பதிவு செய்ததை ஒளிபரப்புப் பதிவு நாடாவால் இயக்கல், சுழல் இயக்கத்தைச் செயல்படவைத்தல், நெருக்கடிக் காலத்தில் இரண்டாவது அமைப்பை இயக்கவைத்தல் முதலியனவாகும்.

சுழல் அமைப்பு (spin system) இயக்கவியலாக இச் செயற்கைக்கோளைச் சுழல் அமைப்பில் நிலை நிறுத்த, அறுகோளக வடிவ டைட்டானிய குப்பியில், 200 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் அடைக்கப்பட்ட ஈரமில்லா நைட்ரஜன் வளிமத்தை ஒரு சிறு துளை மூலம் தாரையாக வெளியேற்றும் போது ஏற்படும் திருக்கம் (torque) பயன்படுகிறது. இத்தாரையானது செயற்கைக் கோளின் வெளிப்புறம் இருநிலையில் ஒத்த முறையில் எதிர் எதிர்த் திசையில் இணைக்கப்பட்ட இரு துளைகளின் ஊடாகப் பாய்கிறது. முதல் இரு குப்பியில் உள்ள வளிமம், இச்செயற்கைக் கோள் வட்டணையில் செலுத்தப்பட்டவுடன் திறந்து விடப்படுகிறது. இந்நிலையில் செயற்கைக் கோள் ஒரு நிமிடத்துக்கு 90 சுற்றுகள் சுற்றத் தொடங்குகிறது. இச்சுழல் அளவு சிறுகச் சிறுக குறைந்து 25 நாள்களில் ஒரு நிமிடத்திற்கு 10 சுற்றுக்களாகக் குறைகின்றது. பின்னர் அடுத்த குப்பியிலிருந்து வளிமம் வெளிப்பட்டுச் சுழற்சி விகிதத்தை உயர்த்த வழி செய்கிறது. இம்முறையில் இச் செயற்கைக் கோளின் சுழற்சி விகிதம் நிமிடத்திற்கு 10 சுற்றுக்கள் முதல் 90 சுற்றுக்கள் வரை சுழல ஆறு குப்புகளிலிருக்கும் வளிமம் வழி செய்கிறது. காந்தமானி (magneto meters) சூரிய உணரி ஆகிய வற்றின் உதவியால் இச் செயற்கைக்கோள் அண்ட வெளியில் சுழல்கிறது.

செய்முறைகள், (experiments) இச்செயற்கைக் கோள் வானியல் தொடர்பான கதிர்வீச்சு ஆய்வு முறைகளும், சூரிய இயற்பியலும் (solar physics) வளிமண்டல இயலும் பற்றிய (aeronomy) ஆய்வுகள் நடத்த ஏற்றதாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. பால்வழியிலுள்ள விண்மீன்களிலிருந்து வரும் கதிர்

வீச்சுகளையும் பால்வழி மண்டலங்களிலிருந்து (galaxies) வீசும் கதிர்களையும் ஆய்வு செய்வது வானியல் கதிர்வீச்சுச் செய்முறையின் முக்கிய குறிக் கோள். சூரிய இயற்பியல் சோதனையில் சூரியக் கதிர் வீச்சலிருந்து வீசும் அல்லது உமிழும் திறன்மிக்க நியூட்ரான், காமாக்கதிர்கள் வளிமண்டலத்தில் இக்கதிர்களின் ஊடுருவுதிறன், அடர்த்தி முதலியவை ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன.

வளிமண்டலச்சோதனையின் மூலம் நிலக்கோளத் தைச் சுற்றியுள்ள அயனமண்டலத்தைப் பற்றியும் அதன் நீண்ட தூரத்தில் செயல்படும் வானொலித் தொடர்புகளையும் அயன மண்டலத்தில் உள்ள துகள்களையும், அதன் இயங்கியலைப் பற்றியும், அயனமண்டலத்தில் காணப்படும் ஒளிச்சுழற்சியைப் பற்றியும், புற ஊதா நிறங்களில் ஏற்படும் சிதற லைப் பற்றியும் நிலக்கோளப் புறப்பரப்பில் (Geo-corona) ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் அடர்த்திபற்றியும் எலெக்ட்ரான் அடைப்பும் (electron trap) ஆற்றல் நிறமாலையும் பற்றிய ஆய்வும், இவ்வாற்றலில் காணப்படும் அதி வெப்ப எலெக்ட்ரான் பற்றியும் (super therma electrons) புற ஊதாநிறமானியைப் பற்றியும் இரவு நேரங்களில் விண் வெளியில் ஏற் படும் ஆல்பாக்கதிர்கள் பற்றியும் ஆய்வுகள் நடத்தப் பட்டவண்ணம் உள்ளன.

தரைக்கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள். (ground control system). இச் செயற்கைக் கோளின் குறிப்புகளை வாங்கிச் செய்திகள் திரட்ட ஸ்ரீஹரிகோட்டாவில் ஒரு தரை நிலையம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. திருப்ப முடிந்த உணர்யாகி சட்டத் (steerable yagi antenna) தொடரும் ஒரு முழுமையான குறியீட்டு அலைவாங் கியும் அலைவு காட்டியும் செயற்கைக் கோளில் இருந்து பெறப்படும் செய்திகளை ஆய்வு செய்யும் ஏற்பாடும் செயற்கைக் கோளுக்கு ஆணையிடும் ஏற்பாடும் இத்தரைக்கட்டுப் பாட்டு நிலையத்தில் உள்ளன.

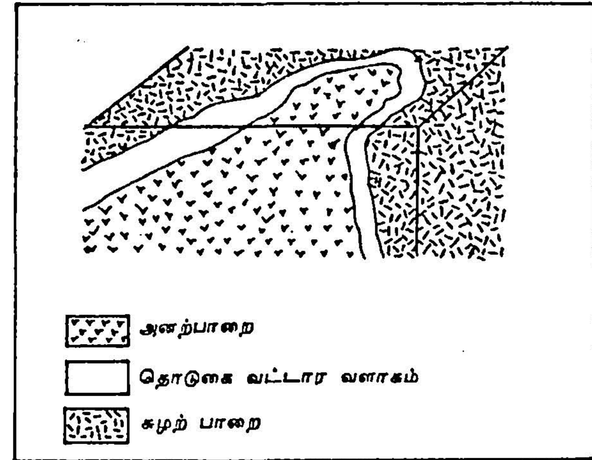
சு. ச.

நூலோதி

Eknath Ranade, Indian Science Through the Ages, Vivekananda Vendra Patrica, Vol. 12, Madras, 1983.

ஆரியோல், தொடுகை

தொடுகை ஆரியோல் (contact aureole) என்பது உருமாற்றப் பாறைகள் உருவாகும் பல முறைகளில் ஒன்று. இது, பாறைக் குழம்பு ஏற்கனவே உருவான பாறைகளை ஊடுருவும் பொழுது ஏற்படும் தொடர் பால் அதைச் சூழ்ந்துள்ள பாறைகளில், தான் ஏற்று வந்த அதிவெப்பம், ஆவிப் பொருள்களை உட்புகுத் துவதால் உருவாகும் புதிய பாறையாகும். இது தொடுகை உருமாற்றப் பாறை (contact metamorphic rock) எனப்படும். இம்மாற்றம் அவ்வூடுருவிய பாறையின் நடுவிலிருந்து அதைச் சுற்றி ஏறத் தாழ வட்டமாக ஒரு குறிப்பிட்ட ஆரத் தொலைவு வரை மட்டுமே உருவாகும். இந்த ஆரத்தொலைவை உள்ளடக்கி வரைந்த ஒரு வட்டப் பகுதியே ஆரி யோல் அல்லது மாற்றவட்ட வளாகம் (aureole) எனப்படும். ஒரு பாறைக் குழம்பு மற்றொரு பாறையை ஊடுருவித் தொடும்பொழுது இம்மாதிரி யான தொடுகை உருமாற்றப் பாறை ஒரு குறிப் பிட்ட தொலைவில் ஏற்படுவதால் இத்தொலைவில் அடங்கியுள்ள மாற்றம் அடைந்த பாறைகளைக் கொண்ட பகுதி தொடுகை ஆரியோல் அல்லது தொடு மாற்றவட்ட வளாகம் எனப்படும்.



தொடுகை வட்டார வளாகம்

இவ்வகை ஆரியோலில் ஏற்படக்கூடிய மாற்றம் ஊடுருவி வந்துள்ள பாறைக் குழம்பின் வெப்ப நிலையையும், அதன் வேதியியல் உட்கூறையும் அது ஊடுருவி வந்துள்ள பாதையைச் சுற்றி அமைந்துள்ள பாறைகளின் வேதியியல் உட்கூறையும் பொறுத்த தாகும். ஓர் ஊடுருவிய பாறை (intrusive rock) வேதியியல் அமைப்பில் கிரானைட்டு (granite) உட் கூறையோ (அமிலத்தன்மை) பசால்ட்டு (basalt) உட் கூறையோ (காரத்தன்மை) அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட கிரானோ டயரைட்டு (grano diorite) உட்கூறையோ உடையதாக இருக்கலாம். ஓர் ஊடுருவிய பாறையின் பாறைக் குழம்பைச் சுற்றி யுள்ள சுழற் பாறைகள் (country rocks) கிரானைட்டு வேதியியல் உட்கூறையோ படிவுப்பாறைகளின் (sedimentary rocks) உட் கூறையோ பெற்றிருக் கலாம். ஓர் ஊடுருவிய பாறையின் குழம்பு வெப்ப நிலை அது ஊடுருவி வந்துள்ள தொலைவைப் பொறுத்தும் அது தாங்கி வந்துள்ள எஞ்சிய ஆவியா கவியன்ற பொருள்களைக் கொண்டும் (residual

volataile matters) கணித்திடலாம். ஊடுருவி வரும் பாறைக் குழம்பு , நிலமே மட்டம் நெருங்க நெருங்க, தான் பெற்று வந்த வெப்ப நிலையைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக இழந்து மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையைப் பெற்ற பாறையாக உருவாகிறது. அச்சமயம் அதைச்சுற்றியுள்ள தொடுபாறைகளின் மீது அது மிகக் குறைந்த தொலைவுக்கே வெப்பத்தைச் செலுத்துகிறது. இப்படிப்பட்ட நிலையினை அடைந்த ஊடுருவுப் பாறைகளின் தொடுபாறைகளில் 15 மீட்டர் ஆரத்தொலைவிற்குள்ளான மாற்றப்பட்ட வளாகத்தையே காணமுடிகிறது. இவ்வூடுருவுப் பாறைகள் மிகுந்த ஆழத்தில் பாறைகளாக மாறி இருக்கும்போது அவற்றைச் சுற்றியுள்ள தொடு பாறைகளில் பல ஆயிரம் மீட்டர் தொலைவுக்குக் கூட வெப்பக் கடத்தலினால் ஏற்படக்கூடிய மாற்றத்தை உருவாக்கிப் பரந்துபட்ட மாற்றவட்ட வளாகத்தைத் தோற்றுவித்திருப்பதைக் காணலாம்.

ஊடுருவுப் பாறைக்குழம்பு, பனிப்பாறைகள் தாங்கிய பகுதிகளில் ஊடுருவும் போது ஊடுருவுப் பாறைகளின் அளவு எவ்வளவு பரந்து இருப்பினும், அதைச் சுற்றியுள்ள தொடுபாறைகளில் எவ்வித மாற்றமுமின்றி ஒரு தெளிவான மெல்லிய தொடுகையை (sharp contact) உருவாக்கும். இவ்வாறு எந்த மாற்றமும் மாற்றவட்ட வளாகமும் இல்லாத ஊடுருவுப் பாறைகளைச் சியரேநிவாடா (sierra-nevada), தெற்குக்கலிஃபோர்னியா (South Cslifornia) ஆகிய பகுதிகளில் காணலாம்.

இவ்வகை ஊடுருவிய பாறைகளுக்கு ஆழ்நிலைப் பாறைகளை (bathol:th) எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இவ்வகை மாற்றவட்ட வளாகத்தில் பாறைக் குழம்பு ஊடுருவும்பொழுது அது பெற்றிருந்த குறைந்த வெப்பநிலையினால் சிற்சில மாற்றங்களே உருவாகின்றன. இதனால் வரிப்பாறை (gneiss) என்ற புதியவகைப் பாறை உருவாகிறது. இத்தகைய பாறைகள் மிக்மடைட்டுப் (migmatite) பாறை வகுப்பினைச் சார்ந்தனவாகும். இம்மாற்றங்கள் குறைந்த அளவு ஆரத் தொலைவில் (radial distance) மட்டுமே காணப்படுவதால் இவை நரம்பு அல்லது ஊசி போன்ற அணிவரிப் பாறைகள் (injection arteries gneiss) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் ஊடுருவிய பாறையில் பாறைக்குழம்பு ஊடுருவும்பொழுது ஏற்படும் உராய்வினால் தொடு பாறைகளின் சில துணுக்குகள் முறிவுற்றுச் சிறிய மாற்றங்கள் அடைந்து ஊடுருவுப் பாறைகளுக்கும், தொடு பாறைகளுக்கும் இடையில் உடைந்த துண்டுகளாக இடைவெளிகளில் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. இவற்றைத்தொடுகை கூர்ந்திரளை (contact breccia) எனலாம். இவை உருவான இடங்களில் மாற்ற வட்ட வளாகங்களைக் காணமுடியாது.

இத்தகைய மாற்றவட்ட வளாகப் பகுதியில் ஊடுருவித் தொடர்பு ஏற்படுத்தியுள்ள புதிய ஊடுருவிய பாறைகள், அதைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கக்கூடிய தொடுபாறைகளின் வேதியியல் உட்கூறில் எவ்வித மாற்றமுமின்றிப் புதிய கனிமக்கூட்டுச் சேர்க்கையை உருவாக்கிப் புதியதொரு வகையான பாறையை அமைக்கின்றன. இம்மாதிரி மாற்றங்களுடைய மாற்றவட்ட வளாகத்தில் ஊடுருவிய பாறைக்கும் தொடுபாறைக்கும் இடையிலுள்ள சந்திப்புப் புள்ளியிலிருந்து தொடுபாறைகளின் ஆரத் தொலைவு மிகுதியாக அவற்றினூடே கடத்தப்பட்ட வெப்பநிலை கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் குறைந்து கொண்டே போவதை அங்கே உருவாகும் குறை வெப்பக் கனிமங்கள் நிரூபிக்கின்றன. அவ்வெப்ப நிலை உயர்வினால் தொடு பாறைகளில் உள்ள கனிமப் பொருள்களின் படிக அமைப்பு மாறுபட்டுப் புதிய கனிமமாக உருவெடுக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக Al_2SiO_5 என்னும் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டு அண்டாலுசைட்டாகவும் (andalusite) சற்று வெப்பம் அதிகமாகி கயனைட்டாகவும் (kyanite) அதனின்று மேலும் வெப்பம் அதிகரிக்க சில்லிமனைட்டாகவும் (sillimanite) உருவாகிறது. ஊடுருவிய பாறையின் அருகிலுள்ள அகத்தளப் பாறையில் அதிவெப்ப மாற்றத்தினால் உருகி உருவாகும் கனிமங்களும் அவற்றினின்று சற்றுத் தொலைவு செல்லச் செல்ல கடத்தப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு குறைந்து கொண்டே செல்வதால் அவ்வகத்தளப் பாறையின் நெடுந் தொலைவுகளில் குறைந்த வெப்பநிலையில் உருவாகும் மாற்றியல் கனிமங்களும் உண்டாகின்றன. இவ்வகை அகத்தளப் பாறைகளிலுள்ள கனிமங்களில் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கொண்டு தொடு மாற்றுவட்ட வளாகத்தின் பரவல் (extent) கணிக்கப்படுகிறது. இவ்வகை மாற்றவட்ட வளாகத்தின் பரப்பில் ஊடுருவி உருவான பாறையினது குழம்பின் உயர்வெப்ப நிலையையும், அப்பாறைக்குழம்பு உள்ளடக்கி வைத்துள்ள நீராவி அழுத்தத்தையும் அக்குழம்பு ஊடுருவிய அகத்தளப் பாறையின் வேதியியல் உட்கூறையும், புரைமையையும் (permiability) வெப்பதட்ப நிலையையும், அழுத்தத்தையும் பொறுத்து மாற்றவட்ட வளாகத்தின் பரப்பெல்லை மாறுபட்டுக் கொண்டேயிருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்காட்லாந்திலுள்ள காம்ரி (Comrie) என்று அழைக்கப்படும் மாற்றவட்ட வளாகத்தைப் பார்க்கும்போது அங்கு மூன்றுவகையான மாற்றங்களைக் காண்கிறோம். இம்மாற்றங்கள் டயோரைட்டு (diorite) வேதியியல் உட்கூறுடைய ஊடுருவு பாறைக்குழம்பு தலைப்பாறையின் ஊடே வரும்பொழுது ஏற்படுகிற மாற்றத்தைப் பொறுத்து கணிக்கப்பட்டதாகும். இம்மாற்றவட்ட வளாகத்தில் மூன்று வகையான மாறுதல்கள் காணப்படுகின்றன, இதன் வெளிப்புறத்தில்மஸ்க்கோவைட்டு (muscovite), குளோரைட்டு (chlorite) நிறைந்த புள்ளிகள் தகட்டு

அகத்தளப் பாறையில் ஆங்காங்கு காணப்படுகின் றன. இத்தகைய புள்ளிகள் சில சமயத்தில் வெப் பத்தால் உருகி உராய்ந்த கண்ணாடிப் பாறைகளில் காணப்படுவதே தொடுகை உருமாற்றப் பாறைகளுக் குரிய அறிகுறியாகும். இன்னும் சற்று உள்புறத்தி லுள்ள மஸ்கோவைட்டு, குளோரைட்டு மற்றும் இரும்பு ஆக்சைடுகள் உருகி ஒன்றாக இணைந்து பயோடைட்டு (biotite) என்னும் கனிமமாகப் படிக மாகிப் படலப்பாறை (schist), களிமட்பாறை, அகத் தளப் பாறைகளாக மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஊடுருவி வந்துள்ள டயோரைட்டு பாறைக்கு அருகில் கார்டியரைட்டு (cordierite) என்னும் புதிய கனி மத்தைத் தாங்கிய ஹார்ன்ஃபெல்சு (hornfelse) பாறைகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறே அமெரிக்காவிலுள்ள மின்னசோட்டா (Minnesotta) என்னுமிடத்தில் ஊடுருவி வந்துள்ள கிரானைட்டு காப்ரோ (gabbro) போன்ற பாறைகள் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள களிமூல மாற்றுப் பாறையாகிய களிமட் பாறை (pelitic slates) என்ற அகத்தளப் பாறையில், அதன் சந்திப்பு, தொடு எல்லை வரையிலிருந்து 10 மைல் தொலைவுக்குத் தெளிவாகத் தெரியும் படியான பயோடைட்டுக் கனிம மாற்றத்தை உரு வாக்கியுள்ளன. அதேசமயத்தில் டுயுலுத் காப்ரோ (duluth gabbro) ஊடுருவுப்பாறை அது ஊடுருவி வந்துள்ள தகட்டு அகத்தளப் பாறையில் மூன்று வகையான தொடு மாற்றவட்ட வளாகத்தை உரு வாக்கியிருப்பதைக் கண்டுள்ளார்கள். தொடு புள்ளி யிலிருந்து 2 மீ. தொலைவுக்குள் உள்ள பகுதி யில் கார்டியரைட்டு, டயாப்சைடு (diopside), ஹைபர்ஸ்த்தீன் (hypersthene), பயோடைட்டு நிறைந்த ஹார்ன்ஃபெல்சு பாறையும் 1.5 மீட்டரி லிருந்து 15 மீட்டருக்குள் கார்டியரைட்டு குறைந்த பயோடைட்டு சற்று மிகுந்த ஒருவிதமான மாற்றுப் பாறையையும் 15க்கு மேல் 150 மீட்டருக்குள் உள்ள பகுதிகளில் மேலே கூறியதைப் போல் பயோடைட்டு நிறைந்த புள்ளிகளை உடையதும் கார்டியரைட்டு கொண்ட மாற்றுரு திரள் கனிமங்களை (porphyro-blast) உடையவைகளாகவும் தகட்டு அகத்தளப் பாறை மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது.

இவ்வகை மாற்றவட்ட வளாகத்தில் ஒரு கார வேதியியல் தன்மையுடைய பாறைக் குழம்பு ஊடுருவும்பொழுது கிரானைட்டுக் குழம்பு ஊடு ருவுவதால் ஏற்படக்கூடிய மாற்றவட்ட வளா கத்தின் அளவைவிடச் சிறியதாகவே இருக்கும். அகத் தளப் பாறைகளில் இம்மாதிரி ஊடுருவும் காரப் பாறைக் குழம்பு முதலில் கார்டியரைட்டு அல்லது ஹைப்பர்ஸ்த்தீன் செறிந்த ஹார்ன்ஃபெல்சு பாறை யும் அல்லது பயோடைட்டு படலப் பாறையும் அதற் கும் அப்பால் புள்ளியுடைய தகட்டுப் பாறையும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ந்து அமைந்தபடி ஒவ்வொரு மாற்ற வட்ட வளாகத்திலும் இருக்கும். இவ்வாறு மாற்றவட்ட வளாகங்களாய் ஏற்படும் உருமாற்றப்பாறைகளில் கால்சியம் ஆக்சைடு (CaO), இரும்பு ஆக்சைடு (FeO) போன்றவை அதிகமாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஆனால் பொட்டாசியம் ஆக் சைடு அங்குள்ள அகத்தளப் பாறைகளிலிருந்து அகற் றப்படுகின்றது. இத்தகைய காரப்பாறைக் (basic rock) குழம்பு ஊடுருவுவதால் ஏற்படக்கூடிய மாற்ற வட்ட வளாகங்களில் அயல்அடக்கப் பாறைகள் (xenolith) முழுமையாக மாற்றப்பட்டுவிடுகின்றன. அதையடுத்து அதன் தொடுபாறைகள் குறிப் பிட்ட மாற்றங்களைக் காண்பிக்கின்றன.

அமில (acidic) பாறைக்குழம்பு ஓர் அகத் தளப் பாறையில் ஊடுருவும்பொழுது பல ஆயிரக் கணக்கான மீட்டர் தொலைவிற்குத் தொடர்ச் சியாக மாற்றவட்ட வளாகத்தை உருவாக்குகின்றன. இதன் தொடு பாறையும் இதில் இழைந்துள்ள அயல் பாறைகளும் வேதியியல் தன்மையில் மாற்றம் உண் டாக்காது புதிய கனிமங்கள் நிறைந்த உருமாற்றப் பாறைகளாக இப்பாறைக்குழம்பிற்கு அருகாமை யில் காணப்படுகின்றன. இம்மாற்றவட்ட வளாகத் தில் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு மகனீசியம், இரும்பு கார ஆக்சைடுகள் உருமாற்றத்தின்போது மேலும் அதிகரிக்கப்படுகின்றன. ஆவித்தன்மையில் நிறைந் துள்ள புளோரின், பாஸ்பரம், கந்தகம் போன்ற வேதியியல் பொருள்களும் அகத்தளப் பாறையில் கலந்து இப்பகுதிகளில் மாற்றத்தை உருவாக்கு கின்றன. எனவே, ஊடுருவி வரும் பாறைக்குழம்பு கள் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள அகத்தளப் பாறையில் கலந்து இப்பகுதிகளில் மாற்றத்தை உருவாக்கு கின்றன. எனவே ஊடுருவி வரும் பாறைக்குழம்புகள் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள அகத்தளப் பாறைகளிலும் அதனுள் ஈர்க்கப்பட்ட அயல்பாறைகளிலும் அவை கொணரும் வேறுவிதமான வேதியியல் கூட்டுப் பொருள்களையும் அதிக வெப்பத்தையும் கொணர்ந்து அகத்தளப் பாறைகளோடு பகிர்ந்து கொண்டு ஒரு புதிய பாறைகளை உருவாக்கும். அப் பகுதிகளையே இவ் ஆரியோல் (மாற்றவட்ட) வளாகம் குறிக் கின்றது. இது அமைவதைக் கொண்டே அப்பகுதி யில் ஒரு பாறை ஊடுருவி வந்துள்ளது என்பதை அறிய முடிகிறது. இவற்றினின்று நெருக்கமாக எடுத்த மாதிரிப் பாறைகளின் வேதியியல் உட் கூறை ஆராய்வதன் மூலம் இவற்றின் வலிமையும், தன்மையும், பரவலும் கணிக்கப்படுகின்றன.

ஞா.வி. இராசமாணிக்கம்

நூலோதி

1. Dana, J.S., and Ford, W.E., A Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

2. Turner, F.J., and Verhoogen, J., Igneous and Metamorphic Petrology, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1980.

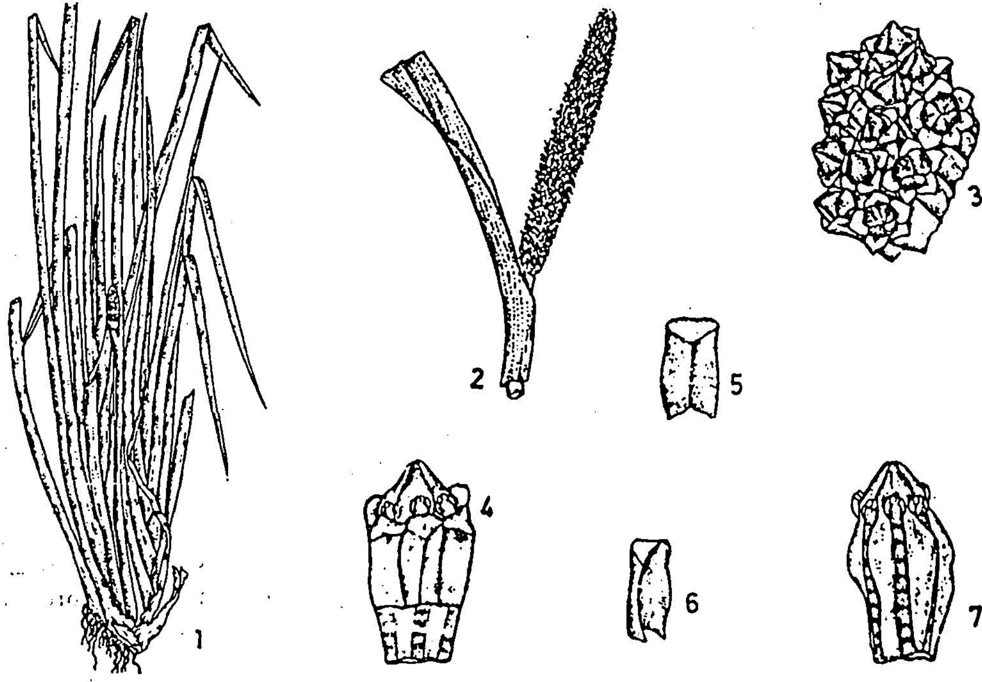
ஆரேசி

ஆரேசீ ஒருவிதையிலைக் குடும்பம். இதில் 107 பேரினங்களும் 1900 சிற்றினங்களும் உள்ளன. தென்னிந்தியாவில் 18 பேரினங்களும், 42 சிற்றினங்களும் காணப்படுகின்றன.

பொதுப் பண்புகள். இவற்றில் பெரும்பாலானவை நிலத்தாவரங்களாகும். மிதக்கும் நீர்த் தாவரங்களாகவும் ஆகாசத் தாமரை (*Pistia statiotes* Linn), மட்ட நிலத்தண்டுகளைப் (rhizomes) பெற்றுப் பலபருவச் செடிகளாகவும் (வசம்பு-*Acorus calamus*), தண்டடிக் கிழங்குடன் இருபருவச் செடிகளாகவும் (கருணைக் கிழங்கு-*Amorphophalluscampanulatus*), (சேப்பங்கிழங்கு-*Colocasia antiquorum*), பற்றுவேர்களின் துணை கொண்டு தொற்றிப்படருகின்றனவாகவும் (ஆனைப் பருவன்-*Pothos scandens*, ஃபைலோடெண்ட்ரான்-*Philodendron*, மான்ஸ்டீரா-*Monstra*), சதுப்பு நிலத்தில் வாழும் செடிகளாகவும் (லேஜினான்ட்ரா-*Lageandra*) வெவ்வேறு வளரியல்புகளுடன் காணப்படுகின்றன. சாதாரணமாகப் பால் போன்ற சாற்றில் (latex), கால்சியம் ஆக்சலேட்டு (calcium oxalate), படிகங்கள் (crystals) உண்டு. சேம்பு, கருணைக்கிழங்குகள் ஆகியவற்றை உண்ணும்பொழுது வாயிலேற்படுகின்ற நமைச்சலுக்குக் காரணம் அவற்றில் ஊசி வடிவத்திலிருக்கின்ற கால்சியம் ஆக்சலேட்டுப் படிகங்களே ஆகும். இலைகள் தனித்தவை; மாற்றிலை அடுக்கமைப்பு (alternate phyllotaxy) உடையவை; இலையடி உறை (sheath) போன்றவை; வலை நரம்பமைப்பு உடையவை; அம்பு வடிவத்திலோ (sagittate), ஆப்பு வடிவத்திலோ, வாள் வடிவத்திலோ, இறகு வடிவில் பிளவுற்றோ, உள்ளங்கை வடிவத்திலோ, பல துளைகளை வரிசைக்கிரமமாகப் பெற்று; பலவண்ணங்களுடன் காணப்படும். மஞ்சரி, பாளை மஞ்சரி (spadix) ஆகும்; இதன் தண்டு (peduncle) தடித்து, சதைப் பற்றுள்ளது, செங்குத்தானது; ஒவ்வொன்றும் ஒரு பெரிய, ஏறக்குறைய இலையையொத்த வடிவப் பச்சை, மஞ்சள், வெள்ளை, சிவப்பு நிறப் பாளையினால் (spathe) சூழப்பட்டிருக்கும். மலர்கள் சிறியவை, காம்பற்றவை; மஞ்சரித் தண்டில் புதைந்து அல்லது மேற்பரப்பில் அமைந்தவை. இவை மூவங்க (trimerous) அல்லது ஈரங்க (dimerous), இருபால் (bisexual) பூக்கள். ஒருபால் (unisexual) பூக்களாயின் பெண்பூக்கள் மஞ்சரித் தண்டின் அடிப்பகுதியிலும் ஆண் பூக்கள மேற்பகுதியிலும் அணைந்து இருக்கும். இவை யிரண்டிற்கு மிடையில் மலட்டுப் பூக்களோ வளரிகளின் தொகுப்புகளோ காணப்படும். பெரும்பாலான பேரினங்களில் மலரிதழ்கள் இல்லை. இதழ்களிலிருக்கும்பொழுது அவை இரு வட்டங்களில் 2+2 அல்லது 3+3 ஆகக் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணிக்கை 6 முதல் 10 வரை இருக்கும்; இவை இணையாமலோ அடிப்பாகத்தில் மட்டும் இணைந்தோ முழுவதுமே இணைந்தோ மகரந்தத் தாள்களும் மகரந்தப்பையும் சினாண்டிரஸ் (synandrous) என்ற நிலையிலிருக்கும். சூற்பையின் சூலிலைகள் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு இணைந்திருக்கும்; மேல்மட்டத்திலமைந்திருக்கும்; ஓர் அறை கொண்டவை. சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூலகமுடி கிளைத்தோ, கிளைக்காமலோ இருக்கும். சூலமைவு அடித்தளமொட்டியது அல்லது சுவரொட்டியது (Basal or Parietal Placentations), ஈரறை அல்லது மூவறைச் சூற்பைகளில் சூல்கள் அச்சுச்சூல் அமைவுடனிருக்கும் (axile placentations) சூல்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடும்.

மகரந்தச்சேர்க்கை. இக்குடும்பத்தில் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகின்றது. பாளையின் அழகிய வண்ணத்தினாலும் மலர்களின் முடைநாற்றத்தினாலும் ஈக்கள் கவரப்படுகின்றன. மஞ்சரியின் பெண்மலர்கள் முதலில் முதிர்வடைந்து மகரந்தத் தூளை வெளிப்படுத்தும் வரை ஈக்கள் மஞ்சரியைச் சுற்றியுள்ள மடலில் குறுகிய கழுத்துப் பகுதியினாலும், அப்பகுதியிலுள்ள கீழ்நோக்கிய வளரிகளாலும் வெளியேற முடியாத நிலையில் மஞ்சரிக்குள்ளாகவே சிறைப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆண்மலர்கள் முதிர்வடைவதும் மஞ்சரித் தண்டின் வளரிகள் உதிர்வதும் ஒரே சமயத்தில் நடைபெறுகின்றன. இப்பொழுது ஈக்கள் வெளியேறும் பொழுது மகரந்தம் அவற்றின் உடம்பில் ஒட்டிக்கொள்கின்றது. இவை வேறு மஞ்சரிக்குச் சென்று மேற்கூறப்பட்ட வகையில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையையேற்படுததுகின்றன. கனி பெர்ரி (berry) வகையைச் சார்ந்தது. முளைசூழ்சதை (endosperm) இன்றியோ அதிகமாகப்பெற்றோ இருக்கும். கரு வளைந்தோ அல்லது நேராகவோ இருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. சேப்பங் கிழங்கு (Taro-*Colocasia esculenta*) கருனைக்கிழங்கு (Yam-*Amorophallus campanulatus*) ஆகியவற்றின் தண்டடிக்கிழங்குகள் சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன. கருனைக்கிழங்கு மூலவியாதிக்கும் (piles), சீதபேதிக்கும். (dysentery) தக்க மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. வசம்பின் (Sweet Flag) உலர்ந்த தரையடி மட்டத்தண்டு பசியைத் தூண்டுவதற்கும், செரிப்பின்மை, வயிற்றுப்போக்கு ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்கும் பயன்படுகிறது. மேலும், தண்டின் தூள் பூச்சிக் கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது. நட்டாத்திவசயத்தின் (*Cryptocoryne spiralis*) நில அடித்தண்டுடன் வேறுசில மருந்துகளைச் சேர்த்து, குழந்



படம் 1. வசம்பு

1. வளரியல்பு 2. 3. பாளை 4. இருபாலினப்பூ 5, 6. இதழ்கள் 7. மகரந்தந்தாள்

தைகளுக்கு வரும் வாந்தி, இருமல் ஆகியவற்றையும் வயதானவர்களுக்கு ஏற்படும் காய்ச்சல், வயிற்றுக் கோளாறுகள் முதலியவற்றையும் போக்குவதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். போத்தாஸ், சிண்டாப்சஸ் (Scindapsus), ஃபைலோடெண்ட்ரான், கலேடியம் (*Caladium*), டீஃபன்பேக்கியா (*Dieffenbachia*), அலோகேசியா (*Alocasia*), கொலோகேசியா ஆந்தூரியம் (*Anthurium*) முதலியவை அழகுத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன. அரிசிமா டார்ச்சுவோசம் (*Arisaema tortuosum*) என்பதன் மாவுப் பொருள் நிறைந்த தண்டடிக் கிழங்கு பஞ்ச காலத்தில் உணவாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. இதன் வேரில் அடங்கிய நச்சுப்பொருள் ஆடு, மாடுகளைத் தாக்கும் புழுக்களைக் கொல்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அலோகேசியா இண்டிக்கா வின் (*Alocasia indica*) நில அடித்தண்டு மலச்சிக்கலை நீக்குவதற்கும், சிறுநீர்ப் பெருக்குக்கும் (Diuretic) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அ. மேக்ரோரைசா வின் (*A. macrorhiza*) தண்டின் சாறு தேள் கடிக்கும், பூனைக்காஞ்சுறு (Nettles) கடிக்கும் மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. ஜாவாவில் மூட்டுகளிலேற்படுகின்ற வலியைப் போக்குவதற்கு இதன் இலைகளையும் வேர்களையும் பயன்படுத்துகின்றார்கள். சேப்பங்கிழங்கு, சாராயம் உற்பத்தி செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் மாவுப் பொருள் உருளைக் கிழங்கின் மாவுப்பொருளுக்கு நிகரானது. ஆகையால் கேக்குகளும் (cakes), பிஸ்கோத்துக்களும் (biscuits) செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. இளந்தளிர்களும், காம்புகளும் சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன.

எம். பி. முருகேசன்

நூலோதி

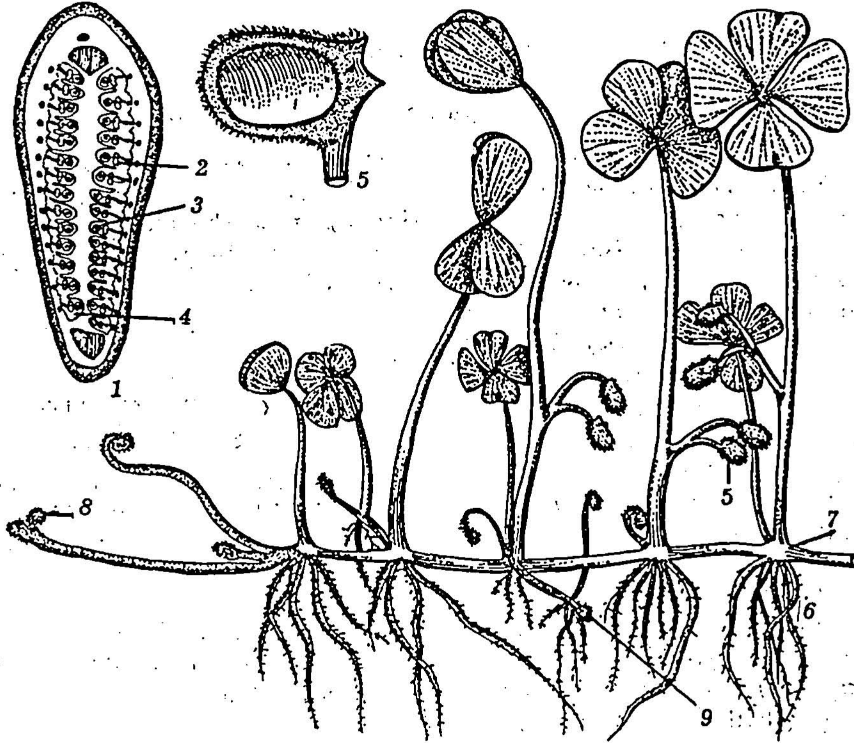
1. Fischer, C. E. C., Gamble's Fl. Pres. Madras. Adlard & Son, Ltd., London, 1928.
2. Lawrence, G. H. M., Taxonomy of Vasculaf Plants, The Macmillan Co., New York, 1951,
3. The Wealth of India, Vol. I, CSIR Publ., New Delhi, 1984.
4. Willis, J. C. A. Dictionarly of Flowering Plants and Ferns 7th ed. Revd. Oxford Univ. Press London, 1966.

ஆரை

ஆரை (marslea) டெரிடோஃபைட்டா (pteridophyta) பிரிவிலுள்ளமார்சிலியேசி (marsileaceae) எனும்

குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இவ்வகுப்புத் தாவரங்கள் எல்லாம் பெரணிகள் (ferns)என்ற பொதுப் பெயரால் அழைக்கப் படுகின்றன. இவை வேர், தண்டு, இலைகளைப் பெற்றுள்ளன. மார்சிலியேசிக் குடும்பத்தில் மூன்றுபேரினங்கள் (Marsilea,Pilularia, Regnellidium) உள்ளன. மார்சிலியாவில் 53 சிற்றினங்களும் 10 புதைபடிவத் தாவரங்களும் (fossils) உள்ளன. இவை எல்லாப்பகுதிகளிலும் குறிப்பாக வெப்ப நாடுகளிலும், ஆப்பிரிக்கா நாடுகளிலும் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் ஒன்பது சிற்றினங்கள் உள்ளன. **மார்சிலியா மினுத்தா** (*M. minuta*) எங்கும் பரவியிருக்கும் ஒரு சிற்றினமாகும். இது ஆரைச்கீரை என்று அழைக்கப்படுகிறது. **மா. வெஸ்திதா** (*M. vestita*) தாற்காலிக நீர் நிலைகளில் வாழும் ஒன்றாகும். **மா. பிரேக்கிபுஸ்** (*M. brachypus*) **மா. குவாத்ரி::போலியா** (*M. Quadrifolia* Linn) தமிழ் நாட்டில் ஈரமுள்ள வயல் வரப்புகளிலும் குளம் குட்டைகள், நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்களின் ஓரங்களிலும் மிக அதிகமாகக் களைத் தாவரமாகக் காணப்படுகின்றன. கோடைக் காலத்தில் உலர்ந்து மழைக் காலத்தில் மீண்டும் தழைத்து வளரக் கூடியன.

சிறப்புப்பண்புகள். ஸ்போரோஃபைட்டு(sporophyte) வேர், தண்டு இலைகளைக் கொண்டுள்ளது. இதற்கு நில அடித்தண்டு (rhizome) உண்டு. நில அடித்தண்டு கணுக்களையும் (nodes) இடைக்கணுக்களையும் (internodes) கொண்டுள்ளது. வேற்றிடத்து வேர்கள் (adverntitious roots) கணுக்களின் கீழ்ப் புறத்திலிருந்து தோன்றுகின்றன. இலைகள் நீண்ட காம்பினைக் கொண்ட கூட்டிலைகளாகும். ஒவ்வொரு கூட்டிலையிலும் நான்கு முதல் எட்டுச் சிற்றிலைகள் (leaflets) காணப்படுகின்றன. ஆரை இலைகள் பொதுவாக ஆப்பு வடிவத்திலிருக்கின்றன, அவற்றின் விளிம்புகள் மடிப்புகளற்றோ பற்களுடனோ காணப்படும். நரம்பு அமைப்பு வலைப் பின்னலமைப்பாகும். இரவு நேரங்களில் சிற்றிலைகள், மேல்நோக்கிய நிலையில் மூடிக் கொள்ளும். கறுப்பு வண்ணமுடையதும் அவரை வடிவானதுமான ஸ்போரோகார்ப்புகள் (sporocarps) என்ற தனி உறுப்புகள் காம்புகளுடன் காணப்படும். இவற்றில் இருவகை ஸ்போரகங்களும் (mega and micros-porngiaa) அவற்றிலிருந்து உண்டாகின்ற இருவகை ஸ்போர்களும் (mega-and microspores) அடங்கியிருக்



ஆரை

1. ஸ்போரோகார்ப்பின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 2. சிறிய ஸ்போரோகம் 3. பெரிய ஸ்போரோகம் 4. ஸ்போரோகங்களின் அறை 5. ஸ்போரோகார்ப் பகுதி (இரு அளவுகளில் காண்க) 6. படர்கொடியின் ஒரு பகுதி 7. நில அடித்தண்டு 8. தளிர் நுனிகருள் 9. நில அடிக் கிழங்கு

கின்றன. **மா. ஹிர்ஸுத்தா** (*M. Hirsuta*), மா. மினுத்தா போன்ற சிற்றினங்களில் சிறிய கிழங்குகள் (tubers) நிலத்தின் கீழ்க் காணப்படுகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. கிராம மக்கள் இதன் இலைகளையும், இலைக்காம்புகளையும் கீரையாகச் சாப்பிடுகின்றார்கள். நீர்த்தொட்டிகளில் அழகு தரும் செடியாகவும் இது வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் இலைகள் மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தி. பாலகுமார்

நூலோதி

1. Bierhorst, D.W., Morphology of Vascalar Plants, Macmillan, New York and London, 1951.
2. Gupta, E.M., Marsilae-Botanical Monograph, CSIR, New Delhi, 1962.
3. The Weblth of India, Vol. VI, CSIR Publ. New Delhi, 1984.

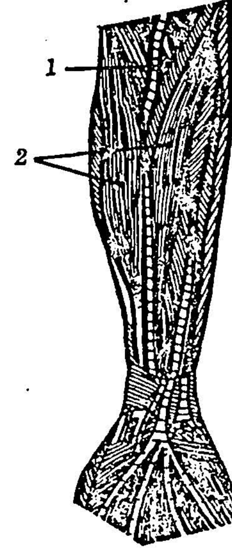
ஆரைத் தமனி

மேற்கை அல்லது புயத்தில் (upper arm) உள்ள புயத்தமனி (brachial artery) முன் கையின் முன் பகுதிக் குழுவில் (cubital fossa) இரு கிளை களாகப் பிரியும். அவை ஆரைத் தமனி (radial artery), ஆரத்தித் தமனி (ulnar artery) என்பன.

ஆரைத் தமனி முன் கையின் முன்பகுதிக் குழி யிலிருந்து ஆரம்பித்து மணிக் கட்டு (wrist) முன்புறம் வரை சென்று, பிறகு இரு கிளைகளாக, ஒன்று மேல் மட்டத்திலும் (superficial), மற்றொன்று கீழ் மட் டத்திலுமாக (deep) உள்ளங்கைப் (palm) பகுதிக்கு வந்து, பிறகு மணிக்கட்டுக்கும், விரல்களுக்கும் இடைப்பட்ட உள்ளங்கைப் பகுதிக்கும் (metacarpal region), விரல்களுக்கும் (digits) இரத்தம் செலுத்து கிறது. மணிக்கட்டுப் பகுதியில் இத்தமனியின் மூலம் மனிதனின் நாடித்துடிப்பின் (pulse) பல்வேறு பண்பு களை அறியலாம்.

முன் கையிலுள்ள (fore arm) ஈரெலும்புகளில் ஒன்றான முன்கை ஆரை எலும்பின் (radius) மீதும், அதன் மேல் அமைந்திருக்கும் தசைகளின் (muscles) மீதும் இந்த ஆரைத்தமனி இடையில் செல்கிறது (படம் 1.. இதனுடன் இதற்கு இணையாக இரு உள் நாளச் சிரைகள் (vena comitans) உடன் செல் கின்றன.

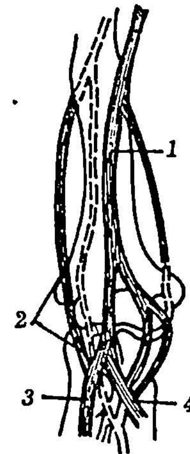
முன்கைப் பகுதியில் இத்தமனி முன்கை ஆரை எலும்பின் திசைப்பக்கமாக அமைந்த இரு தசை களின் இடையில் செல்கிறது. பிறகு சற்றுக் கீழ் இடத்தில் இத்தமனி, அதாவது, மேற்கூறிய தசைக்கு



படம் 1.

1. ஆரைத் தமனி. 2. முன்கைத் தசைகள்.

இடையிலே இருந்து, தசைகளின் மீதும் முறையே அமர்ந்து இருக்கிறது. அவை, புயத்தை மடக்கும் தசை (biceps brachii), கைக்கில் தசை (supinator), கையைக் கவிழ்ந்த நிலையில் வைப்பதற்கு உதவும் தசை, ஆரை எலும்பின் திசையிலுள்ள விரல்களை மடக்க உதவும் தசை (radial head of flexor digitorum superficialis) கைக் கட்டை விரலை மடக்க உதவும் நீள்தசை (flexor policis longus), கையைக் கவிழ்ந்த

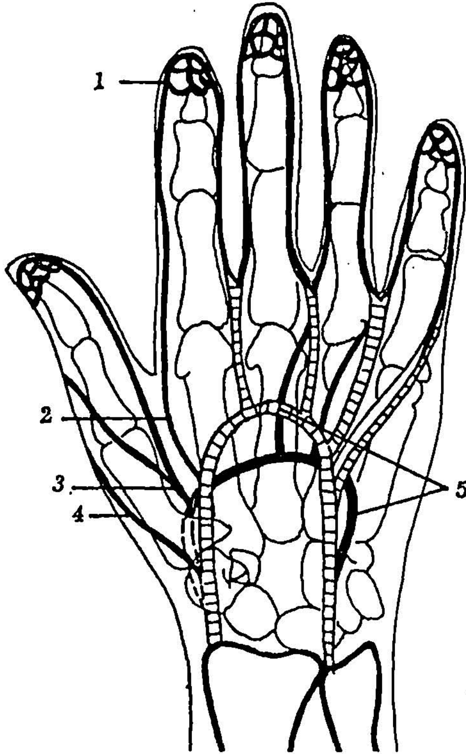


படம் 2.

1. புயத்தமனி 2. முழங்கைத் தமனி பின்னல்-ஆ. 3. ஆரைத் தமனி 4. ஆரத்தித் தமனி.

நிலையில் வைப்பதற்கு உதவும் நீள் சதுரத் தசை (pronator quadratus), ஆரை எலும்பின் முனை (distal end of radius) (இந்த இடத்தில் நாடித் துடிப்பின் பண்புகளை அறியலாம்) ஆகும்.

ஆரைத் தமனியின் கிளைகள். 1.முன்கைப் பகுதித் தசைகளின் கிளைகள் (muscular branches) முன்கை முற்பகுதியிலும், பிற்பகுதியிலும் சிறு கிளைகளாகச் செல்கின்றன. 2. முழங்கை மூட்டுத் தமனிப் பின்னல் (arterial anastomosis at elbow joint) ஆரை எலும்பின் திசையிலிருந்து முன்கை முன் புறக் குழிவுப் பகுதியிலிருந்து, ஆரைத் தமனி முதலில் ஒரு கிளை வழங்குகிறது. இக் கிளையின் பெயர், பின் வளையும் தமனி (radial recurrent artery) என்பது. இத்தமனி புயத்தமனியின் ஓர் உடனொத்த கிளையுடன் (radial) (collateral artery) சேர்ந்து பின்னிப் பிணைகிறது (anastomosis). 3. மணிக்கட்டுப்பகுதி. முன்புற மணிக்கட்டுத் தமனியும் (anterior carpel artery) பின்புற மணிக்கட்டுத் தமனியும் (posterior carpel artery) மணிக்கட்டுப்பகுதியின் முன் புறத்திலும் பின்புறத்திலுமாகக் கிளைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. 4. உள்ளங்கைப் பகுதி (palmar aspect). மணிக்கட்டுப் பகுதியிலிருந்து ஆரைத்தமனி உள்ளங்கை வந்தடைந்து இரு கிளைகளாகப் பிரிந்து ஒன்று, மேல் மட்டத்திலும், மற்றொன்று கீழ் மட்டத்திலுமாக உள்ளங்கைத் தசைகளுக்கு இரத்தம் பாய்ச்சுகிறது.



படம் 3

1. விரல் தமனி 2. ஆள்காட்டி விரல் தமனி 3. கட்டைவிரல் தமனி 4. முதல்புற மணிக்கட்டு விரல்கள் இடையே உள்ள தமனி 5. மேல்மட்ட கீழ்மட்ட உள்ளங்கைத் தமனிகள்(அ)

ஆரைத் தமனியின் மேல்மட்டக் கிளையும் (superficial branch of radial artery) ஆரத்தித் தமனியின் மேல்மட்டக் கிளையும் (superficial branch of ulnar artery) இணைந்து, மேல்மட்ட உள்ளங்கைத் தமனி வளைவாகச் (superficial palmar arch) செயல்படும். இது போன்று ஆரைத்தமனியின் கீழ் மட்டக் கிளையும் (deep branch of radial) ஆரத்தித் தமனியின் ஆழக் கிளையும் (deep branch of ulnar artery) இணைந்து ஆழ உள்ளங்கைத் தமனி வளைவாகச் (deep palmar arch) செயல்படும். 5. மணிக்கட்டுக்கும், விரல்களுக்கும் இடைப்பட்ட உள்ளங்கைப் பகுதி. இப்பகுதியில் புறமணிக்கட்டு, விரல்களுக்கிடையே (அதாவது கட்டை விரலுக்கும் ஆள்காட்டி விரலுக்கும் இடையே) உள்ள பக்கங்களில் ஆரைத் தமனி ஒரு கிளையை உண்டாக்குகிறது. இதுவே முதல் புறமணிக்கட்டுக்கும், விரல்களுக்கும் இடையே உள்ள தமனி (first dorsal metacarpel artery) ஆகும்.

மேலும் உள்ளங்கை இடைப் பகுதியில், ஆரைத் தமனி சற்று அண்மையில் நகர்ந்து கைக்கட்டைவிரலுக்கு ஒரு கிளையை அளிக்கிறது. இதன் பெயர் முதன்மைக் கைக்கட்டைவிரல் தமனியாகும் (arteria princeps pollicis). மற்றொரு கிளை இது போன்று ஆரைத் தமனியிலிருந்து ஆள்காட்டி விரலுக்கு அவ்விரலின் முனைவரை செல்கிறது. இது ஆரைத் திசையில் அமைந்த முதன்மையான ஆள்காட்டி விரல் தமனியாகும் (arterial radialis indicis). இத்தமனி, விரல் தமனியுடன் (digital artery) பிணைகிறது.

கி. காமாட்சி

நூலோதி

1. McMinn, R.M.H., Hutchings, R.T.A., Colour Atlas of Human Anatomy, Wolfe Medical Publication Ltd., Conway Street, London, 1983.
2. Romanes, G. J., Cunningham's Text Book of Anatomy, 12th Edition, Oxford University Press, Oxford, 1981.

ஆரைத்துடுப்பு மீன்கள்

பிளாக்கோடெர்மி (Placodermi), எலாஸ்மோபிராங்கை (Elasmobranchii), ஆக்டினோப்டெரிஜியை

(actinopterygii), கிராசாப்டெரிஜியை (crossopterygii) ஆகிய நான்கு மீன் பிரிவுகளில் ஆக்டினோடெரிஜியன்களே பெரும் எண்ணிக்கையில் (6000 சிறப்பினங்கள் கொண்ட 150 குடும்பங்கள்) உள்ளன. இவை அனைத்து வகையான நீர்நிலைகளிலும், நீர்ச்சூழல்களிலும் வாழ்கின்றன. இவற்றின் உருவமும் உடற்பருமனும் வேறு எந்த வகை விலங்குகளிலும் காணப்படாத அளவிற்கு மாறுபட்ட வகைகளில் காணப்படுகின்றன. இந்த வகுப்பு மீன்களின் மூதாதைகள், நடு டிவோனியன் காலத்தில் நன்னீர்நிலைகளிலும், இடை உயிர் ஊழிக் காலத்திலிருந்து கடல்நீரிலும் வாழ்ந்தன. அகச்சட்டகம் மட்டுமின்றிப் புறச்சட்டகமும் (உடற் செதில்கள்) எலும்பினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளமையால் இவற்றை எலும்பு மீன்கள் (bony fishes) எனக் கூறுவர். இவற்றிற்கு உள் மூக்குத் துளையில்லை. தொடக்க கால ஆரைத் துடுப்பு மீன்களில் (ray-fimed fishes) நுரையீரல் இருந்தது; பின் வந்தனவற்றில் அது காற்றுப்பையாக (air bladder) மாறி மிதவைத் தன்மையைக் (buoyancy) கட்டுப்படுத்தும் உறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. ஒரே ஒரு முதுகுத்துடுப்பு மலப்புழைத் துடுப்புக்கு நேர் மேலே அமைந்துள்ளது. துடுப்புகளின் அடிப்பகுதி சிறு எலும்புகளால் வலுவூட்டப்பட்டுள்ளது; மற்ற பகுதி, வரிசைகளாக அமைந்த ஆரை எலும்புகளால் தாங்கப்பட்டுள்ளன. ஆரை எலும்புகளின் இரண்டு பக்கங்களிலும் கொம்புப் பொருளாலாகிய மெல்லிய குச்சி போன்ற, முன்நுனியில் பிளவுற்ற துடுப்புக் கதிர்கள் அமைந்து துடுப்புகளுக்கு வலுவூட்டுகின்றன. ஆரைத் துடுப்பு மீன்கள், கதிர்த்துடுப்பு மீன்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

மேல்வரிசை- காண்ட்ராஸ்ட்டி (Chondrostei). இவ்வரிசையைச் சேர்ந்த மீன்களின் வாய், உடலின் முன்முனையின் கீழ்ப்பக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. குருத்தெலும்புச் சட்டகம், தலையில் மேல்தோல் தகடுகள் போன்ற சிறப்பு உறுப்புகளைப் பெற்றவை. எனவே, இவற்றைக் குருத்தெலும்புக் கானாய்டுகள் எனலாம். எனினும், இவை தொன்மையான மீன்களே. இவற்றில் பெரும்பான்மையான மீன்கள் அற்றுப்போய்விட்டன. இந்த மேல்வரிசையைச் சேர்ந்த மீன்களில் சில சிறப்பினங்கள் மட்டும் தற்போது வாழ்கின்றன. உடல்தோலில் சாய்சதுர வடிவச் செதில்கள் உள்ளன. சமமற்ற வால் துடுப்பு, பொதுவாகத் திறந்தேயுள்ள ஊதுபுழைகள் (spiracles), உணவுக் குழாய்க்கு மேலமைந்து நுரையீரல் போல் செயல்படும் காற்றுப்பை ஆகிய உறுப்புகள் இந்த மீன்களில் காணப்படுகின்றன. தொல்லுயிர் ஊழியில் (palaeozoic era) இவற்றின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமாக இருந்தது. இவற்றை பாலியோனிஸ்க்காய்டுகள் (Paleoniscoids) என்றும் கூறுவர்.

ஸ்டர்ஜியன்கள் (sturgeons) ஐரோப்பாவிலும், வட அமெரிக்காவிலும், வட ஆசியாவிலும் உள்ள ஆறுகளில் காணப்படுகின்றன. கானாய்டு செதில்களுக்குப் (ganoid scales) பதிலாக ஐந்து வரிசையாக அமைந்த கூர்முனை எலும்புத் தகடுகள் தோலில் இருக்கின்றன; முகவாய் நீண்டும், பற்களின்றியும் காணப்படும்; ஸ்கேபிரின்கஸ் (*scaphirhynchus*) எனப்படும் தட்டை மூக்கு ஸ்டர்ஜியன்கள் வட, நடு அமெரிக்காவில் உள்ள ஆறுகளில் காணப்படுகின்றன. கரண்டி வாய் ஸ்டர்ஜியன் (spoon billed sturgeon) எனப்படும் பாலியோடான் (*polyodon*) மிசிசிப்பியில் காணப்படுகிறது. பாலிப்டீரஸ் (*polypterus*), கேலமாய்க்தைஸ் (*calamoichthys*) ஆகியவை ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படுகின்றன.

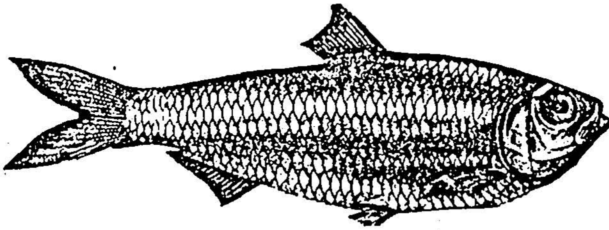
மேல்வரிசை- ஹோலாஸ்டி (Holostei). காண்ட்ராஸ்டியைக் குருத்தெலும்புக் கானாய்டுகள் என்பது போல, ஹோலாஸ்டியை எலும்புக் கானாய்டுகள் என்று கூறுவதுண்டு. இந்த ஆரைத்துடுப்பு மீன்களின் உட்சட்டகத்தின் பெரும்பகுதி எலும்பினால் ஆனது. நிறைவுயிரி நிலையில் முதுகெலும்பில் முதுகுத்தண்டு முழுதும் மறைந்துவிட்டது; உடல் தோலில் மெல்லிய சாய்சதுரச் செதில்கள் உள்ளன; வால்துடுப்பு, சிறியதாகவும் குறைவான சமச்சீரற்ற நிலையிலும் காணப்படுகிறது; குடலுடன் ஒரு குழாய் வழியாக இணைககப்பட்ட காற்றுப்பை குடலின் மேற்பக்கத்தில் உள்ளது; ஊதுபுழை மறைந்துவிட்டது. இந்த மேல்வரிசையைச் சேர்ந்த ஆஸ்பிடோரிங்கஸ் (*Aspidorhynchus*) ஜுராசிக் காலத்தில் வாழ்ந்தது. லெபிடோஸ்ட்டியஸ் (*Lepidosteus*), ஏமியா (*Amia*) ஆகிய இரு இனங்களும் தற்போது வாழ்கின்றன. போலியோனிஸ்க் காய்டுகளிலிருந்து படிமலர்ந்து இந்த மீன்கள் தோன்றின. லெப்பிடோஸ்ட்டியஸ் தென் அமெரிக்க ஆறுகளில் வாழ்கிறது. இதன் தோலில் ஒன்றோடொன்று ஒட்டியவாறு அடுக்கப்பட்ட செதில்கள் உள்ளன. முகவாய் குறுகி அலகு போலவுள்ளது. ஊதுபுழை இல்லை; காற்றுப்பை குடலுடன் ஒரு குழாயினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏமியா, வட அமெரிக்காவில் உள்ள ஆறுகளிலும் ஏரிகளிலும் வாழ்கிறது. தலைப்பகுதியில் மெல்லிய கானாய்டுச் செதில்களும் மற்ற பகுதிகளில் மெல்லிய சைக்லாய்டுச் செதில்களும் (cycloid scales) உள்ளன.

மேல்வரிசை- டீலியாஸ்ட்டி (Teleostei) தற்காலத்தில் வாழும் மீன்களில் பெரும்பாலானவை இந்த மேல்வரிசையில் அடங்குவன. உட்சட்டகம் முழுமையும எலும்பாலானது; தோலில் செதில்கள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாகக் கூரையில் ஓடுகள் அடுக்கப்படுவன போல அமைந்துள்ளன. செதில்கள் சைக்லாய்டு அல்லது டீனாய்டு (ctenoid) வகையைச் சேர்ந்தவை; செதில்களே இல்லாத சில மீன்களும் உள்ளன. செவுள்கள், எலும்பினாலான செவுள் மூடியினால் மறைக்கப்பட்டுள்ளன. செவுள் அறை, செவுள் துளை வழியாக, இரண்டு பக்கங்களிலும் வெளியே திறக்கிறது. வால் துடுப்பு, பொதுவாகச்

சமச்சீராக உள்ளது. ஊதுபுழை இல்லை; செவுள்கள் இழைச் செவுள்கள்; செவுளிடைத் துடுப்புக்கள் மிகக் குறுகியவை; காற்றுப் பைகள் சிலவற்றில் மட்டும் உடலுடன் தொடர்பின்றிக் காணப்படும். இவற்றின் முட்டைகள் சிறியவையாக இருந்தாலும், முட்டையி னுள் கரு உணவு (yolk) அதிகமாக உள்ளது.

வரிசை 1- குளுப்பிஃபார்மிஸ் (Clupeiformes). இவ் வரிசையைச் சேர்ந்த மீன்கள் கடலிலும் உப்பங்கழி களிலும் நன்னீரிலும் காணப்படுகின்றன. இவற் றிற்கு முதுகுப்புறத்தில் ஒரு துடுப்பு மட்டும் உண்டு. மேல் துடுப்பிலும் மலப்புழைத் துடுப்பிலும் முட்கள் இல்லை. வயிற்றுப்புறத் துடுப்பு, பொதுவாகச் சிறிய தாக இருக்கும். சில மீன்களில் வயிற்றுப் புறத் துடுப்புக் காணப்படுவதில்லை.

எலோப்ஸ் சாரஸ் (*Elops saurus*) - தமிழில் உள் ளாடி என்றும் அல்லாதி என்றும் அழைக்கப்படு கிறது. சில்கா ஏரியிலிருந்து தெற்கே சோழ மண்ட லக் கடற்கரைவரையில் காணப்படுகின்றது. இந்த மீன் ஒரு புலாலுண்ணியாகும். இதற்குச் சிறிய மெல் லிய செதில்கள் உள்ளன. அறுபதிலிருந்து தொண் ணூறு சென்ட்டிமீட்டர் வரை வளர்கிறது. பொது வாகஎல்லாக் கடற்கரைகளிலும் காணப்படுகின்றது.



படம் 1. பால் கெண்டை. (உள்ளாடி)

சார்டினெல்லா லான்ஜிசெப்ஸ் (*Sardinlla longi- ceps*), தமிழில் நொணலை என்றும் பைசாலை என்றும் கூறப்படுகிறது. இந்த மீன் மிக அதிகமாக மலபார் கடற்கரையில் கிடைக்கிறது. இந்த மீனைப் புச்சையாகவும் உலர்த்தியும் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் எண்ணெய் சாக்கு, ரப்பர், மற்றும் சோப் புத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தென்னை, காபி, தேயிலைத் தோட்டங்களில் உரமா கப் பயன்படுகிறது.

சார்டினெல்லா அல்பெல்லா (*Sardinella albella*) இந்தியாவில் உள்ள எல்லாக்கடற்கரையிலும் காணப் படுகிறது. மற்ற மீன்களுடனும் கலந்து கூட்டமாக வாழ்கிறது. 20 செ.மீ. வரை வளர்கிறது. இதில் எண்ணெய் மிகவும் குறைவு. உரப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

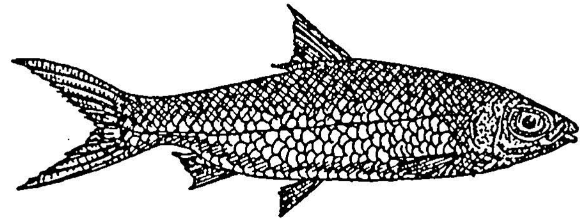
சார்டினெல்லா ஃபிம்ப்ரியேட்டா (*Sardinella fimbri- ata*), தமிழில் சீடை என அழைக்கப்படுகிறது. கிழக் குக் கடற்கரையின் வடபகுதியிலும், மேற்குக்கடற் கரையின் தென் பகுதியிலும் அதிகமாகக் காணப்படு கிறது. உரத்திற்காகப் பயன்படுகிறது.

ஹில்ஸா இலிஷா (*Hilsa ilisha*), பெர்சியன் வளை குடாவிலிருந்து பர்மா வரை காணப்படுகிறது; ஆறு களில் நீரோட்ட எதிர்த்திசையில் நீந்துகிறது. கொழுப்புச் சத்து அதிகமாகக் காணப்படுவதால் இது நல்ல உணவாகப் பயன்படுகிறது.

ஆங்கோவில்லா இண்டிகா (*Anchoviella indica*), தெற்குக் கடற்கரையிலும் மேற்குக் கடற்கரையிலும் காணப்படுகிறது. சில்கா ஏரியில் அதிகமாக வாழ் கிறது.

கைரோசென்ட்ரஸ் டோரேப் (*Chirocentrus dorab*, Silver Bar-fish), இந்தியாவிலிருந்து சைனா வரை காணப்படுகிறது; கூட்டமாக வாழ்வதில்லை. தமிழில் முள் வாளை என்றழைக்கப்படுகிறது. இதன் உடம்பு நீளமாகவும் ஒடுக்கமாகவும் இருக்கிறது. முதுகுப்புறம் நீலம் கலந்த வெளிரிய நிறத்துடன் இருக்கும்.

சானஸ் சானஸ் (*Chanos chanos*), தமிழில் துள்ளுக் கெண்டை என்றும் பால் கெண்டை என்றும் அழைச்கப்படும் இம்மீன், மீன்வளர்ப்பில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இதன் உடம்பு பளிச்சிடும் வெள்ளி நிறமுடையது. முதுகுப்புறம் பச்சை நிறமானது. முதுகுப்புறத்திலுள்ள ஒரே ஒரு துடுப்பு இடுப்புக்கு முன்னால் அமைந்துள்ளது.



படம் 2. பால் கெண்டை

சால்மோ கயர்ட்னேரி கயர்ட்னேரி (*Salmo gairdneri gairdneri*) கலிபோர்னியாவிலிருந்து கொண்டு வரப் பட்டு, காஷ்மீர், நீலகிரிப் பகுதிகளில் வளர்க்கப்

படுகிறது. 1800 மீட்டர் உயரத்துக்கு மேலுள்ள மலைப் பிரதேசங்களில் இந்த மீன் நன்றாக வாழ்கிறது. சேற்று நீரில் வாழ்வதில்லை; ஏனெனில் அங்கு இதன் முட்டைகள் அழிந்து விடுகின்றன. தகுந்த சூழ்நிலையில் முதல் வருடத்தில் 20 முதல் 25 செ. மீ. வரையிலும், இரண்டாவது வருடத்தில் 30 முதல் 35 செ.மீ வரையிலும், மூன்றாவது வருடத்தில் 40 முதல் 45 செ. மீ. வரையிலும் வளர்ச்சியடைகிறது.

சால்மோ லெவன்ஸிஸ் (*Salmo lavensis*, **Lochleven trout**). ஸ்காட்லாந்திலிருந்து கொண்டு வந்து நீலகிரி ஏரிகளில் வளர்க்கப்படுகிறது. இதனுடைய தலை நீண்டும், பச்சை நிறத்துடனும் காணப்படுகிறது.

நோட்டோப்டிரஸ் நோட்டோப்டிரஸ் (*Notopterus notopterus*) இந்தியா, மலேயா நாடுகளில் நன்னீரிலும், உப்புத் தண்ணீரிலும் வாழ்கிறது. இதனுடைய உடம்பு வெள்ளியைப் போன்ற வெள்ளை நிறத்தில் உள்ளது. முதுகுப்புறத்தில் கரிய பழுப்பு நிறப் புள்ளிகள் உள்ளன. 61 செ. மீ. வரை வளர்கிறது. தமிழ்நாட்டின் பெரிய ஏரிகளிலும் நீர்த் தேக்கங்களிலும் காணப்படுகிறது. இது ஒரு புலாலுண்ணி மீனாகும். இதை வளர்க்கும்போது மற்ற உணவு மீன்களுக்குச் சேதம் விளையாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த மீனைப் பச்சையாகவும் உலர்த்தியும் நல்ல உணவாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இந்த மீனுக்கு அம்பட்டன் கத்தி என்று பெயர்.

வரிசை II- ஸ்கோப்பெலிபார்மிஸ் (Scopeliformes) இவ்வரிசையைச் சேர்ந்த மீன்கள் ஆழ்கடலில் வாழ்பவை. ஒளி உண்டாக்கக்கூடிய புள்ளிகள் தோலில் உள்ளன. முதுகுப்புறத்திலுள்ள துடுப்பிலும் மலப்புழைத் துடுப்பிலும் கெட்டியான முள் இல்லை. கொழுப்புள்ள துடுப்பு இதற்கு உண்டு.

ஹார்போடான் நெபிரியஸ் (*Harbodon nebereus*, Bombay duck). இந்தியாவிலும் சைனாவிலும கடலிலும் கடலைச் சார்ந்த நீரிலும் வாழும் மீன். இது பம்பாய்க் கடற்கரையில் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகிறது; 41 செ. மீ. வரை வளரும். பொதுவாகக் கூட்டமாக வாழும்; நல்ல ஊட்டம் நிறைந்த உணவுப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இதனைத் தமிழில் வங்கரவாசி எனக் கூறுவர்.

சாரிடா தும்பிள் (*Saurida tumbil*), பாக் விரிகுடாவில் அதிகமாகவும் மற்ற இடங்களில் குறைவாகவும் காணப்படும். இது ஒரு நல்ல உணவு மீன். தமிழில் இம்மீனைக் குளுவை என்றும் தும்பிலி என்றும் அழைப்பார்கள்.

வரிசை III- சைப்ரின்பார்மிஸ் (Cypriniformes). கெண்டை வகை மீன்கள் இந்த வரிசையில் அடங்கும். பெரும்பான்மையான மீன்கள் நன்னீரில் வாழ்பவை.

ஆக்ஸிகேஸ்டர் அர்ஜென்டியா (*Oxygaster argentea*), பவானி, காவேரி ஆகிய ஆறுகளில் தமிழ்நாட்டிலும் கர்நாடகத்திலும் காணப்படுகிறது.

ஆக்ஸிகேஸ்டர் உண்ட்ராகி (*Oxygaster untrahi*), ஒரிசாவிலுள்ள மஹா நதியிலும், தென்னிந்தியாவிலுள்ள காவேரி, கொள்ளிடம் ஆறுகளிலும் காணப்படுகிறது. நல்ல உணவு மீனாகப் பயன்படுகிறது.

கர்ரா லேம்ட்டா (*Gurra lamta*), மலைகளிலுள்ள நீரோடைகளில் காணப்படுகின்றது. உடம்பின் மேல் பாகம் பச்சை, அல்லது நீலம் கலந்த பச்சை நிறத்திலும், அடிப்பாகம் மஞ்சள் நிறத்திலும் உள்ளது. இது 20 செ. மீ. வரை வளர்கிறது. இதில் கொழுப்புச் சத்து அதிக அளவில் உள்ளது; சுவை மிகுந்த உணவாகக் கருதப்படுகிறது.

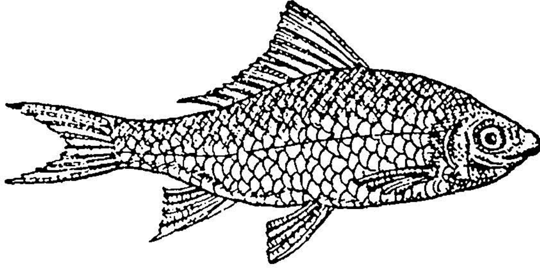
லேபியோ அரிஜா (*Labeo ariza*), மத்திய இந்தியாவில் உள்ள ஆறுகளிலும் நீலகிரி மலையின் நீரோடைகளிலும் காவேரியிலும் காணப்படுகிறது. காவேரியில் 56 செ. மீ. நீளம் வரை வளர்ச்சி அடைகிறது. மீன் உற்பத்தியில் இது அதிகப் பயனைத் தருகிறது.

லேபியோ கல்பாசு (*Labeo calbasu*), பஞ்சாப், மேற்கு வங்காளம், ஒரிசா மற்றும் தென்னிந்தியாவில் உள்ள ஆறுகளில் காணப்படுகிறது. கோதாவரி, கிருஷ்ணா ஆறுகளில் மழைக்காலத்தில் குஞ்சு பொரிக்கின்றது. குஞ்சுகளுக்குக் கறுப்பு நிறத்துடுப்புகளும் இடுப்புக்குப் பக்கத்தில் மஞ்சள் நிறப்பட்டையும் உண்டு. இம்மீன் 91 செ. மீ. வரை வளர்கிறது; மிகச் சிறந்த உணவாகப் பயன்படுகிறது. இதனைத் தமிழில் காக்கா மீன் என்று கூறுவர்.

லேபியோ பிம்பிரியேட்டஸ் (*Labeo fimbriatus*), சேல் கெண்டை என்று அழைக்கப்படும் இது ஒரு சிறந்த உணவு மீன்.

லேபியோ கொண்டியஸ் (*Labeo kontius*), காவேரி, கொள்ளிடம் ஆகிய ஆறுகளிலும் அவற்றின் எல்லாக் கிளைகளிலும் கடற்கரைவரை இந்த மீன் காணப்படுகிறது. காவேரியில் கிடைக்கும் மீன்களில் அதிகமாகக் கிடைப்பவை இந்த மீன்களே. குளங்களிலும் நன்றாக வாழ்கின்றன. மேட்டூர் அணைக்கட்டுத் தேக்கத்தில் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. உடல் சிவந்த நிறமாகவும் முதுகுப்புறம் கறுப்பு நிறமாகவும் காணப்படும்; உதடுகள் சதைப்பற்றுள்ளவை. பக்கவாட்டில் நீண்டு இருக்கின்றன; 61 செ. மீ. நீளம் வரை வளர்ச்சியடையும். பெண் மீன், 30 முதல் 36 செ. மீ. நீளம் வளர்ச்சி அடையும்போது பாலின முதிர்ச்சி (sexual maturity) அடைகிறது. ஆண் 21 செ. மீ. நீளம் அடையும்போதே பாலின முதிர்ச்சி அடைகிறது.

சைப்ரினஸ் கார்ப்பியோ (*Cyprinus carpio*), சைனாவில் உள்ள குளங்களில் நிறையக் காணப்படும் இம்மீன், இலங்கையிலிருந்து கொண்டு வரப்



படம் 3. சேல் கெண்டை

பெற்று நீலகிரியில் வளர்க்கப்படுகிறது. எல்லாக் குளங்களிலும் நன்றாக வாழ்கிறது. நீலகிரியில் கண்ணாடிக் கெண்டை (*Cyprinus carpio specularis*), தோல்கெண்டை (Leather carp), செதில் கெண்டை (*Cyprinus carpio communis*) ஆகிய மூன்று வகைகள் காணப்படுகின்றன. ஆச்சிஜன் அளவு குறையும் போதும், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அளவு அதிக மாகும் போதும் கூட இம்மீன்களால் குளங்களில் வாழ முடிகிறது. 76 செ. மீ. வரை இம்மீன் வளர்ச்சி அடைகிறது.

கட்லா கட்லா (*Catla catla*), தமிழில் இம்மீனை தெப்புமீன், தோப்பா மீன், ஜப்பான் கெண்டை, கூராக்கெண்டை என அழைக்கின்றனர். இந்தியா முழுதும் இம்மீன் காணப்படுகிறது. வேகமாக வளர்ச்சி அடையக்கூடியது; 6 மாதத்தில் 31 செ. மீ. வளர்ச்சியடைகிறது. மதுரையிலும், தென் ஆற்காடு மாவட்டத்திலும் மூன்று வருடத்தில் 91 முதல் 107 செ. மீ. வரை வளர்ச்சியடைகிறது. இது நல்ல உணவாகப் பயன்படுகிறது. பூனை மீன்கள் (cat fishes), பூனை மீன் விலாங்கு (cat fish eel), லோச் மீன்கள் (loaches), கெளுத்தி (arius) மீன்கள் ஆகியனவும் இவ்வரிசையில் அடங்கும்.

வரிசை IV - அங்குலிபார்மிஸ் (*Anguilformes*). இம் மீன்கள் பாம்பு போன்று நீளமாக இருக்கும். பெரும்பாலும் உடம்பில் செதில்கள் காணப்படுவதில்லை. செதில்கள் இருந்தாலும் அவை மிகச் சிறியனவாக இருக்கும். இடுப்புத் துடுப்பு இல்லை; முதுகுத் துடுப்பும் மலப்புழைத் துடுப்பும் முறையே நீளமாகவும், குட்டையாகவும் இருக்கின்றன. துடுப்புகளில் துடுப்பாரைகள் இல்லை. கடலில் வாழும் இம் மீன்கள், வாழும் இடத்தை அதிகதொலைவிற்கு மாற்றி வேறு இடம் செல்கின்றன.

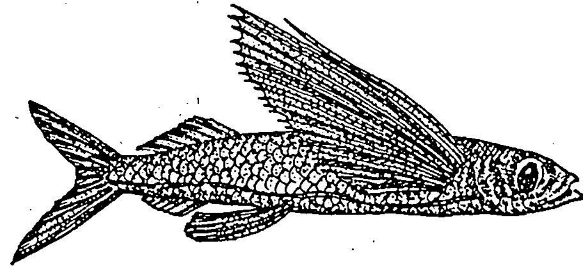
அங்குல்லா பெங்காலென்சிஸ் (*Anguilla bengalensis*), இந்திய, பசிபிக் பெருங்கடல்களில் இம்மீன் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. கிழக்கிந்தியக் கடற்கரையில் பொதுவாக இம்மீன்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. மலத்துடுப்பின் ஓரத்தில் ஒரு கரிய பட்டை உள்ளது. முழு வளர்ச்சியடைந்த மீனின் வால், உடம்பை விட நீளமாக இருக்கும்.

முரேனா பங்டேட்டா (*Muraena punctate*). சோழ மண்டலக் கடற்கரையில் காணப்படுகிறது. இம் மீனின்வால் உடல் நீளத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்; உடலில் வெள்ளைப் புள்ளிகளும், ஓரத்தில் கறுப்புக் கோடும் உள்ளன. இம்மீன் விரைவில் அழுகத்தொடங்கிக் கெட்டு விடுவதால் உணவுக்குப் பயன்படாமல் போய்விடுகிறது; ஆகையால் இது நச்சு மீனாகக் கருதப்படுகிறது.

வரிசை V- பெலோனிபார்மிஸ் (*Beloniformes*). இவ்வகையில் அடங்கும் மீன்கள் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் நாற்கோண வடிவமுடைய நீண்ட உடலைக் கொண்டு இருக்கும். மலப்புழைத் துடுப்புக்கு நேர்மேலே முதுகுத் துடுப்பு அமைந்துள்ளது. இம்மீன்கள் கடலிலும், உப்பங்கழிகளிலும் காணப்படுகின்றன. புலாலுண்ணும் இயல்புடைய இவை, நல்ல உணவு மீன்களாகவும் பயன்படுகின்றன.

எக்சோசீட்டஸ் பேஹியென்சிஸ் (*Exocoetus bahiensis*), தோள் துடுப்பும், வயிற்றுத்துடுப்பும் நீண்டு, பறப்பதற்கேற்ற சிறகுபோல் பயன்படுவதால் இம் மீனுக்குப் பறக்கும் மீன் என்று பெயர். இம்மீன்கள் கூட்டமாக வாழ்வன. 35 செ. மீ. வரை வளரும். கோடிக்கரையிலிருந்து சென்னை வரை இம்மீன்கள் கிடைக்கின்றன. இதனைப் பறவைக் கோலா எனக் குறிப்பிடுவர்.

எக்சோசீட்டஸ் வோலிட்டன்ஸ் (*Exocoetus volitans*), இந்தியக் கிழக்குக் கடற்கரையில் குறைந்த அளவில் கிடைக்கிறது. தோள்துடுப்பு கறுப்பாகவும்,



படம் 4. கோலா மீன்

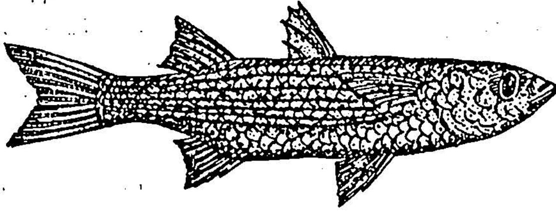
வயிற்றுத் துடுப்பு வெள்ளையாகவும் இருக்கும். இதனைத் தமிழில் கோலா மீன் என்பர்.

வரிசை VI - சிங்நேதிபார்மிஸ் (*Syngnathiformes*) குழல் மீன்களும் (pipe fishes) கடற்குதிரைகளும் (sea horses) இந்த வரிசையில் அடங்கும். இவற்றிற்கு வாயும், குழாய் போன்ற மூக்கும் இருக்கும். **ஹிப்போகேம்பஸ்** (*Hippocampus*) அல்லது கடற்குதிரை இந்தியாவின் கடற்கரையில் அதிக இடங்களில் காணப்படுகிறது; உணவாகப் பயன்படுவதில்லை.

வரிசை VII - முகிலிபார்மிஸ் (*Mugiliformes*). இடுப்புத் துடுப்பு வயிற்றுப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இரண்டு சிறிய முதுகுத்துடுப்புகள் தனித்தனியாக இருக்கின்றன.

முகில் செபாலஸ் (*Mugil cephalus*), தமிழில் மடவை மீன் என்று அழைக்கப்படுகிறது. 91 செ.மீ. வரை வளர்ச்சியடைகிறது. சில்கா ஏரி இவற்றிற்குச் சிறந்த மீன் பண்ணையாக விளங்குகிறது. நன்னீரிலும் இவை வளர்க்கப்படுகின்றன.

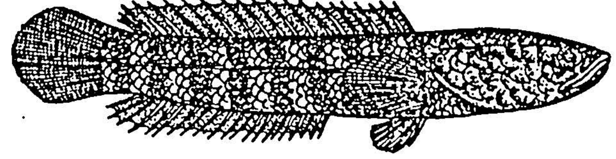
முகில் பார்சியா (*Mugil parsia*), உப்பங்கழியில் வாழ்கிறது. இந்தியாவின் கடற்கரை முழுவதும் காணப்படுகிறது. குளிர்காலங்களில் கடலுக்கு நீந்திச் செல்கிறது. 10 செ. மீ. வளரும்போது முழு வளர்ச்சியை அடைகிறது.



படம் 5. மடவை மீன்

வரிசை VIII - ஒபியோசெபாலிபார்மிஸ் (*Ophiocephaliformes*). பாம்புத் தலைமீன் என்றும், பூ வரால் என்றும் இம்மீனகள் அழைக்கப்படுகின்றன. முக்கியமாக இவை சேறுள்ள அல்லது ஈர மண் உள்ள நன்னீரில் வாழ்கின்றன. புலாலுண்ணியாகையால் மீன் வளர்ப்பு செய்யும்போது மற்ற மீன்களுக்கு இவை மிகவும் இடையூறாக இருக்கின்றன.

சன்னா மாருலியஸ் (*Channa marulius*), பவானி ஆற்றில் காணப்படுகிறது; தென்னிந்தியக் கிணறுகளில் வளர்க்கப்படுகிறது; உணவு மீனாகப் பயன்படுகிறது.

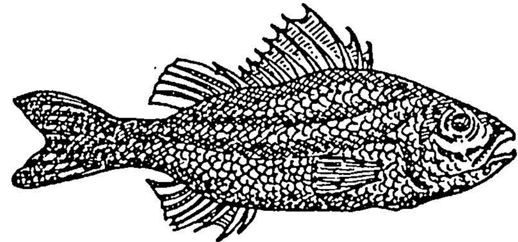


படம் 6. பூ வரால்

வரிசை XI - பெர்சிபார்மிஸ் (*Perciformes*). இவை மூடப்பட்ட காற்றுப்பையுள்ள எலும்பு மீன்களாகும். செதில்கள் சற்று நீண்டவை. முதுகுத் துடுப்பு எலும்புக் கதிர்களையுடையது. இதனுடன் தொடர்ந்து அல்லது தனியாக ஓர் எலும்பற்ற மிருதுவான முதுகுப்புறத் துடுப்பும் உள்ளது. இடுப்புத் துடுப்பு, தோள் துடுப்பிற்கு அருகில் உள்ளது. வால் துடுப்பிற்கு 14 கதிர்கள் உள்ளன.

தெரப்பான் ஜார்புவா (*Terapon jarbua*), இந்தியாவிலுள்ள எல்லாக் கடற்கரைகளிலும் கிடைக்கிறது. இந்த மீனின் முதுகுப்புறத்தில் வளைந்த கருப்புக் கோடுகள் உள்ளன. இது கடல் கொடிகளையும் நண்டுகளையும் பாலிகீட்டுப் பல்சுனைப் புழுக்களையும் (polychaetes) பூச்சிகளையும் உணவாகக் கொள்கிறது. இது ஒரு லார்வாவுண்ணி மீன். அதனால் இது தொற்று நோயான மலேரியாவைத் தடுக்கப் பயன்படுகிறது. தமிழில் கீச்சான் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

சில்லாகோ சிஹாமா (*Sillago sihama*), இந்தியா



படம் 7. பளிங்குக் கீச்சான்

விலிருந்து சீனா வரை காணப்படுகிறது; கிழக்குக் கடற்கரையில் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. அச்சுறுத்தப்படும்போது மண்ணிற்கு அடியில் சென்று மறைந்து கொள்கிறது. மே மாதம் முதல் டிசம்பர் மாதம் முடிய இம்மீன்கள் கூட்டமாகக் காணப்படும். இது நல்ல ஊட்டம் மிகுந்த உணவுப் பொருளாகக் கருதப்படுகிறது. பிள்ளைகளுக்குப் பால் கொடுக்கும் தாய்மார்களுக்கு நல்ல உணவாகப் பயன்படுகிறது. தமிழில் கழங்கான் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

லேக்டேரியஸ் லேக்டேரியஸ (*Lactaruis lactarius*) தமிழில் சுதும்பு என்றும் குதிப்பு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இந்தியாவிலிருந்து சீனா வரை காணப்படுகிறது. இது இறால் மற்றும் சார்டைன்கள் போன்ற சில மீன்களை உணவாக உட்கொள்கிறது. ஜூன் மாதம் முதல் டிசம்பர் மாதம் வரை கூட்டமாக இம்மீன்கள் கிடைக்கின்றன. மேற்குக் கடற்கரையை விடக் கிழக்குக் கடற்கரையில் அதிகம் கிடைக்கின்றன. இவை நல்ல சுவையுள்ளவையாக இருப்பதால் அதிக வணிக முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன.

பார்மியோ நைஜர் (*Formio niger*), தமிழில் கருப்பு வெளவால் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது 61 செ. மீ. நீளம் வரை வளர்ச்சி அடைகிறது. இம்மீனில் தாதுப்பொருள், கொழுப்பு, கால்சியம், பாஸ்பரம் ஆகியன உள்ளன.

நெமிப்டிரஸ் ஜப்பானிகஸ் (*Nemipterus japonicus*) கிழக்கு, மேற்கு இந்தியக் கடற்கரைகளில் காணப்படுகிறது. நல்ல உணவு மீனாகக் கருதப்படுகிறது.

போமடேஸிஸ் பர்கேடஸ் (*Pomadasys furcatus*). முக்கியமாக இந்தியக் கிழக்குக் கடற்கரையில் அதிலும் சென்னைக் கடற்கரையில் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. 28 செ.மீ. வரை வளரும். இம்மீனின் நல்ல வாசனைக்காக இது உணவு மீனாகப் பயன்படுகிறது. இதனுடைய காற்றுப்பை, மீன்பசைக்கூழ் (isinglass) தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

திலேபியா மொசாம்பிகா (*Tilapia mossambica*), ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து இந்தியாவுக்குக் கொண்டு வரப்பட்ட மீன். தற்போது இதன் பெயர் **சாரோதிரோடான் மொசாம்பிகா** (*Sarotherodon mossambica*) என்று மாற்றப்பட்டுள்ளது. 1952 இல்மத்தியக்கடல் மீன் ஆராய்ச்சி நிலையத்தின் (Central Marine Fisheries Research station) மூலமாக இந்தியாவுக்குக் கொண்டுவரப்பட்டது. தற்போது இந்தியாவில் உள்ள எல்லா நன்னீர் நிலைகளிலும் நன்றாக வளர்ச்சி அடைகிறது. இம்மீன் முட்டைகளையும் குஞ்சுகளையும் தன்னுடைய வாயில் வைத்து வளர்க்கிறது. தமிழில் ஜிலேபிக் கெண்டை என்றும் திலேப்பிக் கெண்டை என்றும் வழங்கப்படுகிறது.

டிரைக்யூரஸ் சவாலா (*Trichurus savalali*), நீண்ட நாடா போன்ற தட்டையான உடலுடைய கடல் மீன். ஆகையால் நாடா மீன் (ribbon fish) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கு வால் துடுப்பு இல்லை. தமிழ்நாடு, கேரளா, பம்பாய், ஒரிசா கடற்கரைகளில் காணப்படுகிறது. இம்மீன் வெள்ளி போன்ற வெண்ணிறமுடையது. இது தமிழில் வாளைமீன், சாவாளை, ஒலை வாளை ஆகிய பெயர்களால் அழைக்கப்படுகிறது.

ராஸ்ட்ரெல்லிஜெர் கானாகுர்டா • (*Rastrelliger Kanagurta*, Indian mackerel), இந்தியாவில் தென் கிழக்கு, தென்மேற்குக் கடற்பகுதிகளில் வாழ்கிறது. நீண்ட, கூர்மையான, தட்டையான தலையையுடையது. முதுகுப்புறம் பச்சையாகவும், இரண்டு மருங்குகளும் நீல நிறமாகவும் இருக்கும். 20 முதல்25 செ.மீ நீளம் வரை வளர்ச்சி அடையும்.தமிழில் இதன் பெயர் கானாங்கெளுத்தி. இம்மீனைப் பிடிப்பதற்கு முக்கியமாக ரம்பானி வலை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனைப் பச்சையாகவும், உப்பிட்டும், ஊறுகாயாகத் தயாரித்தும் உணவாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

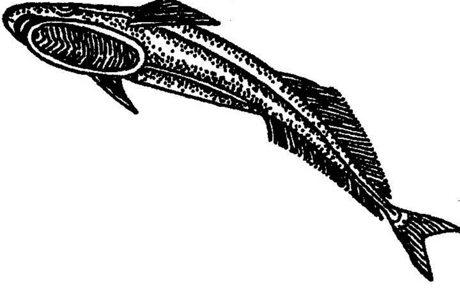
ஸ்கோம்பிரோமோரஸ் கட்டேட்டஸ் (*Scomberomorus guttatus*-Seer fish), இந்தியாவிலுள்ள எல்லாக் கடற்கரைகளிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. இது வேகமாக நீந்தக்கூடிய புலாலுண்ணி. தமிழில் வஞ்சிரம் என்றும் நெய் மீன் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது மிகச் சுவை மிகுந்த மீனாகும்.

ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் ஆர்ஜென்ட்டியஸ் (*Stromateus argenteus*, **pomfret**), இந்திய, பசிபிக் பெருங்கடல்களில் காணப்படுகிறது. உடல் மிகவும் தட்டையானது. தோள் துடுப்பு மிகவும் அகலமானது; வால் துடுப்பு இரட்டையாகப் பிரிந்துள்ளது. தமிழில் வெள்ளை வவ்வால், என்று அழைக்கப்படுகிறது. மிகச்சிறந்த உணவு மீனாகக் கருதப்படுகிறது.

வரிசை X - புளூரோநெக்டிபார்மிஸ் (*Pleuronecti formes*) ஆழ்கடல் வாழ்மீன்கள் ஆழமான பகுதிகளில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புப்பெற்றுள்ளன. மிக மிகத்தட்டையான உடலுடையவை.சூழ்நிலைக்கேற்ப மேற் பக்கம் (upper side) நிறத்தை மாற்றிக் கொள்கிறது. உடம்பின் கீழ்ப் பக்கம் வெண்மையாகவுள்ளது. நன்கு வளர்ச்சி பெற்ற கண்கள் இரண்டும் தலையின் மேற்புறப் பகுதியில் காணப்படும்.

சைநோகினாஸஸ் குவின்குலினியேட்டஸ் (*Cynoglossus quinquelineatus*), **சைனோகிளோஸ் செமிஃபாஸியேட்டஸ்** (*Cynoglossus semifasciatus*) ஆகிய இரு மீன்கள், சென்னைக் கடற்கரையில், முக்கியமாக மேற்குக் கடற்கரையில் காணப்படுகின்றன. நாக்கு மீன்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மிக

அதிகமாக மலபார்க் கடற்கரையிலுள்ள எடகாட்டிற்கும் கடற்புரத்திற்கும் இடையில் கிடைக்கின்றன.



படம் 8. ஒட்டு மீன்

வரிசை XI - எக்கெனிஃபார்மிஸ் (Echeneiformes). இந்த வரிசையில் ஒட்டு மீன்கள் (sucker fishes) அடங்கும். இவை சுறா மீன்களின் மேலும், துள்ளி (tunney) மீன்களின் அடியிலும், கப்பல்களுக்கு அடியிலும், திமிங்கிலம், டால்ஃபின் ஆகியவற்றின் வயிற்றுப் பகுதியிலும் ஒட்டிக்கொண்டு புற ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. இந்தியக் கடலில் எக்கெனிஸ் நாக்டேரஸ் (*Echeneis naucrates*), ரிமோரா ரிமோரா (*Remora remora*), ஆகிய இரண்டு ஒட்டும் மீன்கள் வாழ்கின்றன. இவை நீண்ட உடலும், தட்டையான தலையும் கொண்டவை. முதல் முதுகுத் துடுப்பு ஒட்டிக் கொள்வதற்கு ஏற்ப இரு வரிசைத் தகடுகள் கொண்ட ஒட்டுறுப்பாக இவை மாற்றமடைந்துள்ளன. இவை மிகச் சிறந்த உணவு மீன்கள்.

எஸ். வி.எம். அப்துல் ரஹீம்

நூலோதி

1. இராணி கந்தசுவாமி, தென்னிந்திய மீன்கள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973.
2. சந்திரன், இரா., கஸ்தூரி சந்திரன், மீன்கள். தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1974.
3. Chandy,M., Fishes, National Book Trust, India, New Delhi, 1970.
4. Day,F., The Fishes of India, Vol. I & II, William Dawson & Sons Ltd., London, 1958.
5. Young, J.Z., The Life of the Vertebrates, Oxford University Press, London, 1950.

ஆரை நரம்பு

ஆரை நரம்பு (radial nerve) மேற்கைப் பின்னலின் பிற்பக்க நாணின் முக்கிய கிளையாகும். ஆரை நரம்பு 5 ஆவது, 6ஆவது, 7ஆவது, 8 ஆவது கழுத்துத் தண்டு நரம்புகளின் முன்கிளைகளில் இருந்தும், முதலாவது நெஞ்சுத் தண்டு நரம்பின் முன்கிளையில் இருந்தும் உருவாகும் நரம்பு நார்களைக் கொண்டுள்ளது. இது இயக்கு நரம்பு நார்களையும் உணர்வு நரம்பு நார்களையும் கொண்ட ஒரு கலப்பு நரம்பாகும். இந்நரம்பு புயத்தின் பிற்பாகத்திலுள்ள தசைகள், தோல் ஆகியவற்றிற்கு நரம்பு நார்களை வழங்கும்.

இந்த நரம்பு அக்குள் தமனியின் இறுதிப் பகுதிக்கும், மேல்கைத் தமனியின் தொடக்கத்திற்கும் பிற்பக்கமாகக் கீழ்நோக்கி முத்தலைத் தசையின் (triceps), நீள் தலைக்கும் (long head), உட்புறத் தலைக்கும் இடையே சென்று, பின்பு இங்கிருந்து சரிவாக மேற்கை எலும்பிற்குக் (humerus) குறுக்காக முதலில் முத்தலைத் தசையின் உட்புறத் தலைக்கும் (medial head), வெளிப்புறத் (lateral) தலைக்கும் ஊடாக வந்து பின்பு வெளிப்புறத் தலைக்கு உள் பக்கத்திலுள்ள சிறிய பள்ளத்திலுள் சென்று மேற்கை எலும்பின் வெளிப்பக்கத்தை அடையும். பின்பு அங்குள்ள தசைகளுக்கு இடையிலான மென்சவ்வுத் தடுப்பை ஊடுருவிச் சென்று மேற்கை எலும்பின் முற்பக்கமாயுள்ள தசைகளை அடையும். இங்கிருந்து மேற்கைத் தசை (brachialis), மேற்கை ஆரைத்தசை (brachioradialis) கையைப் பின்பக்கமாக விரிக்க உதவும் நெடிய ஆரை மணிக்கட்டு நீள்தசை (extensor carpi radial longus) என்ற மூன்று தசைகளுக்கு இடையில் உள்ள சிறிய கால்வாயினூடு கீழ் நோக்கிச் சென்று முழங்கை மூட்டிற்கு மேல் பாகத்தில் இரு கிளைகளாகப் பிரியும். இவ்விரு கிளைகளில் ஒன்று தசைக்குள் ஆழமாகவும் (deep terminal branch) மற்றது மேலாகவும் (superficial) செல்லும்.

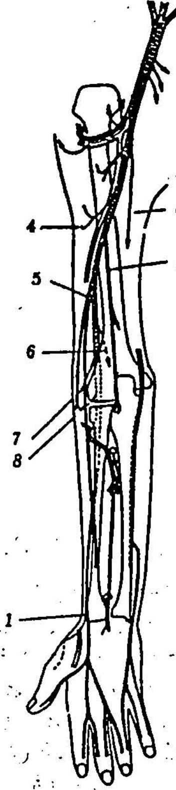
தசைக்கு மேலாகச் செல்லும் இறுதி நரம்புக் கிளை தொடங்கும் இடத்தில் இருந்து ஆரை எலும்பிற்கு வெளிப்பக்கமாயுள்ள தசைக்கு மேலாகக்கீழ்க்கை (forearm) அண்மை (proximal) 2/3 பாகம் வரைச் செல்லும். அப்பொழுது மேற்கை ஆரைத் தசைக்குப் பின்புறமாகவும், ஆரைத் தமனிக்கு வெளிப் புறமாகவும் (lateral to radial artery) அதனுடன் சேர்ந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும். பின்பு மணிக்கட்டிலிருந்து 7 செ. மீ. மேலே இந்நரம்புக் கிளை ஆரைத் தமனியை விட்டு விலகி மேற்கை ஆரைத்தசை நாணிற்கு ஆழமாக (deep to the tendons of brachior adialis) ஆரை எலும்பிற்கு வெளிப்புறமாகக் கீழ் நோக்கிச் சென்று அங்குள்ள தசைக்கு இடையிலான ஆழ்நிலை இழைமத்தை (deep fascia) ஊடுருவிச் சென்று கீழ்க்

கையின் பின்பாகத்தை அடைந்து பொதுவாக நான்கு பின்பக்க விரலுச்குரிய நரம்புகளாகப் பிரிவடையும்.

தசைக்கு ஆழமாகச் செல்லும் இறுதி நரம்புக் கிளை தொடங்கும் இடத்தில் இருந்த ஆரை எலும் பிற்கு வெளிப்புறமாக, உள்ளங்கையை முன்புறமாகத் திருப்ப உதவும் தசையின் (supinator) இரு தளங்களில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட தசை நார்களுக்கு இடையாகச் சென்று கீழ்க்கையின் பின்பாகத்தை அடையும். பின்பு முதலில் கீழ்க்கையின் பின்பாகத்தில் ஆழமாகவும், வெளிப்புறமாகவும், உள்ள தசைப் படைகளிற்கிடையே கீழ் நோக்கிச் செல்லும். ஆனால் கீழ்க்கையின் அரைப் பாகத்திற்குச் சற்றுக் கீழ், தசைகளுக்குள் ஆழமாகச் சென்று ஆரை ஆரத்தி எலும்புகளுக்கு இடையிலான மென் சவ்வின் பின் பாகத்தின் மேல் கீழ் நோக்கிச் சென்று மணிக்கட்டு எலும்புகளின் மேல் பாகத்தில் தட்டையாகி முடிவடையும். இந்நரம்புக்கிளை எலும்புகளுக்கிடையிலான மென் சவ்வின் பின்பாகத்திற்கு மேல் வருவதால் இதனைப் பின்பக்க எலும்புகளுக்கிடையிலான நரம்பு என்றும் அழைப்பர். ஆரை நரம்பிலிருந்து உருவாகும் கிளைகளைத் தசைக்குரிய நரம்புகள், தோலுக்குரிய நரம்புகள், மூட்டிற்குரிய நரம்புகள் என வகைப்படுத்தலாம்.

தசைக்குரிய நரம்புகள். உட்புறமாக உருவாகும் நரம்புக் கிளைகள் (medial branches) முத்தலைத் தசையின் உட்புறத் தலைக்கும் (medial head) நீள் தலைக்கும் செல்கின்றன.

ஆரை நரம்பு முத்தலைத் தசையின் வெளிப்புறத் தலையிலுள்ள சிறிய பள்ளத்தினூடே செல்லும் போது பின்பக்கக் கிளைகள் (posterior branches) உருவாகி முத்தலைத் தசையின் நடுத்தலைக்கும், வெளித்தலைக்கும், முழங்கைத் தசைக்கும் (anconeus) செல்லும். வெளிப்பக்கத் தசைக்கு இடையிலான மென் சவ்விற்கு முன்பாக ஆரை நரம்பிலிருந்து உருவாகும் வெளிப்பக்க நரம்புக் கிளைகள், மேற்கை ஆரைத்தசை கையைப் பின்பக்கமாக விரிக்க உதவும் நெடும் ஆரை மணிக்கட்டு நீள்தசை என்பவற்றின் வெளிப்புறத்திற்கு வரும் தசைக்குள் ஆழமாகச் செல்லும் இறுதி நரம்புக்கிளை, உள்ளங்கையை முன்பக்கமாகத் திருப்ப உதவும் தசையினுள் நுழையும் முன், மேற்கூறிய தசைக்கும், கையைப் பின் பக்கமாக விரிக்க உதவும் சிறிய ஆரை மணிக்கட்டு நீள்தசைக்கும் (extensor carpi radialis brevis) கிளைகளை உண்டாக்கும். பின்பு தசையினூடே வெளி வந்தவுடன் மூன்று சிறிய கிளைகளை, விரல் நீட்டி (extensor digitorum) சுண்டு விரல் நீட்டி (extensor digitiminimi) கையைப் பின்பக்கமாக விரிக்க உதவும் அரந்தி மணிக்கட்டு நீள்தசை (extensor carpi ulnaris) என்பவற்றிற்குத் தருகிறது. நீண்ட



ஆரை நரம்பு

1. ஆரைநரம்பு 2. முத்தலைத் தசையின் நீள்தலை 3. உட்புறத் தலை 4. வெளிப்புறத் தலை 5. மேற்கை எலும்பு 6. மேற்கைத் தசை 7. மேற்கை ஆரைத் தசை 8. நெடிய ஆரை மணிக்கட்டு நீள்தசை

சுட்டை விரல் நீட்டி (extensor pollic longus) ஆள் காட்டி விரல் நீட்டி (extensor indicis) என்பவற்றிற்கும் வெளிப்பக்கமாகச் செல்கிறது. நீண்ட கட்டை விரல் அகட்டி (abductor pollicis longus), சிறிய கட்டை விரல் நீட்டி (extensor pollicis brevis) என்பவற்றிற்கும் செல்லும்.

தோலுக்குரிய நரம்புகள். இது மேற்கையின் பின் பக்கத் தோலுக்குரிய நரம்பு அக்குளில் தொடங்கி மேற்கையின் கீழ் அரைப்பகுதியின், பின்பக்கத் தோலிற்குச் செல்லும் சிறிய கிளையாகும். மேற்கையின் கீழ்ப்பாகத்தில் வெளிப்புறத் தோலுக்குரிய நரம்பு முக்கோணத் தசை (deltoid) மேற்கை எலும்புடன் இணையும் இடத்திற்குச் சற்றுக் கீழாக முத்தலைத் தசையின் வெளிப்புறத் தலையை ஊடுருவி வந்து மேற்கையின் கீழ் அரைப்பாகத்தில், வெளிப்புறத் தோலிற்குச் செல்கின்றது. கீழ்க்கையின் பின் பக்கத் தோலுக்குரிய நரம்பு, மேற்கையின் கீழ்ப் பாகத்தில் வெளிப்புறத் தோலுக்குரிய நரம்பில்

தொடங்கி முத்தலைத் தசையின் வெளிப்புறத் தலையை ஊடுருவி வந்து மேல்கையின் வெளிப்புறமாகக் கீழ் நோக்கிச் சென்று கீழ்க்கையின் பின்பக்கத் தோலுக்குக் கீழாக மணிக்கட்டு வரை செல்லும். இந் நரம்பு கீழ்க்கையின் பின்பக்கத் தோலுக்கும், மேல்கையின் கீழ்ப்பாகப் பின்பக்கத் தோலுக்கும் செல்லும்.

கையினது பின்பக்கத் தோலுக்குப் பின்பக்க விரலுக்குரிய நரம்புக் கிளைகள் செல்லும். பொதுவாக நான்கு கிளைகள் உள்ளன. முதலாவது கிளை பெருவிரலின் ஆரை எலும்புப் பக்கப் பின்பக்கத் தோலுக்கும், பெரு விரலுக்குரிய புற மணிக்கட்டு எலும்பின் பின்பக்கத் தோலுக்கும் சிறிதளவு உள்ளங்கைத் தோலுக்கும் செல்லும். இரண்டாவது கிளை, பெருவிரலின் எஞ்சிய பின் பக்கத்தோலுக்கும், மூன்றாவது கிளை ஆள்காட்டி விரலின் பின்பக்கத் தோலின் பெருவிரல் பக்கத்தின் பாதிக்கும், நான்காவது கிளை ஆள்காட்டி விரல் நடுவிரல் ஆகியவற்றின் பின்பக்கத் தோலின் அடுத்துள்ள அரைப் பாகங்களுக்கும் செல்லும். பின்பக்க விரலுக்குரிய நரம்புகள் மேற்கூறிய விரல்களுடன் சேர்ந்த புற மணிக்கட்டெலும்பின் பின் பக்கத் தோலுக்கும் செல்லும். இந்நரம்புகள் பெருவிரலில் நகத்தின் அடிப்பாகம் வரையும் ஆள்காட்டி விரலில் விரல் நடு எலும்பின் நடுப்பாகம் வரையும், நடு விரலில் முதலாவது (proximal) விரலின் பிற்கிடையிலான மூட்டு வரையும் மட்டுமே செல்லும். எஞ்சிய பாகத்தில் நடு நரம்பின் கிளைகள் செல்லும்.

மூட்டிற்குரிய நரம்புகள். ஆரை நரம்பிலிருந்து உருவாகும் மூட்டிற்குரிய நரம்பு முழங்கை மூட்டிற்குச் செல்கிறது. தசைக்கு ஆழமாகச் செல்லும் நரம்பிலிருந்து உருவாகும் மூட்டிற்குரிய நரம்புக் கிளைகள் மணிக்கட்டெலும்பிற்கும் கீழ்ப்பாக ஆரை அரந்தி எலும்பிற்கும் இடையிலான மூட்டு, சில மணிக்கட்டு எலும்புகளுக்கு இடையிலான மூட்டு, புற மணிக்கட்டு எலும்புகளுக்கிடையிலான மூட்டு ஆகியவற்றிற்குச் செல்லும்.

புற மணிக்கட்டெலும்பிற்கும் விரல் எலும்பிற்கும் இடையிலான மூட்டு முதலாவது விரல் எலும்பிற்கும் இடையிலான மூட்டு என்பலற்றிற்கும் ஆரை நரம்பின் பிற்பக்க விரலுக்குரிய நரம்புகள் செல்லும்.

ஆ. கிருஷ்ணமூர்த்தி

நூலோதி

1. Anderson, J.E., Grants Atlas of Anatomy, Williams & Wilkins, Baltimore, 1978,
2. Dcker G.A.G., Dv Plessis, D.J., Lee Mcgregors Synopsis of surgical Anatomy, K.M. Varghese Co. Bombay, 1986.
3. Romanes, G.J., Cunninguam's manual of Pratical Anatomy, Vol.3, ELBS, oxford University Press, Oxford, 1984.

ஆரோஸ்மித், ஆரன்

பிரிட்டன் பெருநாட்டுப் புவியியலாளரும் நிலப் படவியலாளருமான (cartographer) இவர் 1750 ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் 14 ஆம் நாளன்று இங்கிலாந்து நாட்டுத் தர்காமில்(Durgham)உள்ள வின்ஸ்ட்டன் நகரில் பிறந்தார். 1823 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் 28 ஆம் நாளன்று இலண்டன் மாநகரில் இறந்தார்.



ஆரன் ஆரோஸ்மித்

பல புகழ் பெற்ற நிலப்படங்களையும் (maps) நிலப்படநூல்களையும் (atlasses). வெளியிட்டார்.

கல்வியே கற்காத ஆரோஸ்மித் 1790 இல் இலண்டன் சென்று அளக்கையராகச் (surveyor) சேர்ந்து நிலப்படத் தயாரிப்பாளரானார். 1790 இல் வெளியிட்ட இவரது உலகப்படநூல் மிகவும் பெயர் பெற்ற ஒன்றாகும். 1794 இல் இந்நூலையே விளக்கக் குறிப்புகளுடன் வெளியிட்டார். 1796 இல் இவர் வெளியிட்ட வடஅமெரிக்கா, 1798 இல் வெளியிட்ட பசிபிக் மாகடல், 1822 இல் வெளியிட்ட தென்னிந்தியாவின் அட்லாண்டாஸ் ஆகிய நிலப்படங்கள் இவரது புகழ்பெற்ற பணிகளாகும்.

ஆரோஸ்மித் இறந்ததும் நிலப்பட வணிகம் அவர் பிள்ளைகளான ஆரன், சாமுவேல் ஆகியோராலும், பிறகு இவரது உறவினரான நிலப்படவியலாளர் ஜான் ஆரோஸ்மித்தாலும் நடத்தப்பட்டது. ஆரோஸ்மித்தால் 1834 இல் வெளியிடப்பட்ட இலண்டன் நிலப்பட நூல் (4 தொகுதிகள்) மிகவும் புகழ் பெற்ற நூலாகும். மேலும் ஆஸ்த்திரேலியா, வடஅமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா ஆகிய நிலப்

படங்கள் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க பணிகளாக விளங்கின.

உலோ. செ.

ஆல்கஹால்கள்

ஆல்கஹால்கள், ஃபீனால்கள், ஈதர்கள் போன்றவை மற்ற கரிமச் சேர்மங்களிலிருந்து குறைந்தது ஒரு ஆக்சிஜன் அணுக் கரியணுவுடன் ஒற்றைப் பிணைப்பால் இணைந்திருப்பதிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. ஆல்கஹால்களிலும், ஃபீனால்களிலும் ஆக்சிஜன் அணு ஹைட்ராக்சில் தொகுதியின் (-OH) ஒரு பகுதியாக அமைந்துள்ளது. ஆனால் ஈதர்களில் ஆக்சிஜன் அணு இரு கரியணுக்களுடன் இணைந்துள்ளது. ஆல்கஹால்களில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதி ஹைட்ரோகார்பன்களிலும், ஃபீனால்களில் அரோமாட்டிக் உட்கருவுடனும் (nucleus) இணைந்துள்ளது. ஒரு ஹைட்ரோகார்பனில் உள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியால் பதிலீடு செய்து கிடைக்கும் பெறுதிகளை ஆல்கஹால்கள் எனலாம்.இவற்றை ஹைட்ரோகார்பன்களின் ஹைட்ராக்சில் பெறுதிகள் எனவும் கூறலாம். அரோமாட்டிக் சேர்மங்களின் கிளைக் தொடரில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் இணைந்திருந்தால் அவ்வமைப்பு அரோமாட்டிக் ஆல்கஹால்கள் (aromatic alcohols) எனப் பொதுவாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. ஏனைய அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களின் ஹைட்ராக்சி பெறுதிகள் அலிஃபாட்டிக் ஆல்கஹால்கள் (aliphatic alcohols) அல்லது ஆல்கஹால்கள் எனப் பொதுவாக அழைக்கப்படுகின்றன. ஆல்கஹால், ஃபீனால், ஈதர் ஆகியவற்றின் அமைப்புக்களை நீர் மூலக்கூறின் அமைப்புடன் ஒப்பிடலாம்.

நீர்	H-O-H
ஆல்கஹால்கள்	R-O-H
ஃபீனால்கள்	Ar-O-H
ஈதர்கள்	R-O-R

இங்கு Ar என்பது அரோமாட்டிக் வளையம்;R,R' என்பன ஹைட்ரோகார்பன் தொடர்கள்.மேற்காணும் அமைப்புக்களிலிருந்து ஆல்கஹால்களையும் ஃபீனால்களையும் நீரின் பெறுதிகளாகக் கருதலாம். அதாவது நீர் மூலக் கூறிலிருக்கும் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவுக்குப் பதிலாக அலிஃபாட்டிச், அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் பதிலிடப்படுகின்றன. சிறிய ஹைட்ரோகார்பன்களைக் கொண்டு ஆல்கஹால்கள் பெரும்பாலும் நீரையொத்திருக்கின்றன என்பது ஆய்வின்மூலம் கண்டறியப்பட்ட உண்மையாகும். ஈதர்களில் இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் நீக்கப்பட்டு ஹைட்ரோகார்பன்கள் பதிலிடப்படுவதால் அவை நீரின் பண்புகளை ஒத்திருப்பதில்லை.

ஆல்கஹால்கள் பொதுவாக அதிக வினைபுரியும் சேர்மங்களாக அமைந்துள்ளன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதியில் இருக்கும் ஹைட்ரஜனோ ஹைட்ராக்சில் தொகுதி முழுதுமோ வேதி வினையின்போது மற்ற தொகுதிகளால் விலக்கப்படுகின்றன அல்லது சேர்க்கப்படுகின்றன. சாதாரணமாக ஆல்கஹால்கள் நடுநிலைச் சேர்மங்களாக உள்ளன.

ஆல்கஹால்கள் கனிமச் சேர்மங்களுடன் வினைப்பட்டுப் படிகப்பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன. (எ.கா. $MgCl_2 . 6\ CH_3OH$) இவை கனிம நீரேற்ற உப்புகளையொத்திருக்கின்றன.

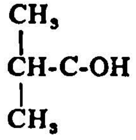
பெயரிடும் முறை. ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளில் எண்ணிக்கைக்கேற்ப ஆல்கஹால்களை வகைப்படுத்தலாம். ஓர் ஆல்கஹால் சேர்மத்தில் ஒரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதி மட்டும் இணைந்திருந்தால் அது ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் (monohydric alcohol) என்றும், மூன்று இருந்தால் அது மூ ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் (trihydric alcohol) என்றும், அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் இருந்தால் அவை பல்ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் என்றும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. எடுதததுக்காட்டுகள், CH_3OH, C_2H_5OH - ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் $HOCH_2$-CH_2-CH_2OH - இரு ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் $HOCH_2$-CHOH-CH_2OH - மூ ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் $HOCH_2$-$(CHOH)_4$-CH_2OH - பல் ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் என்பனவாகும். இவற்றில் ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்களை மேலும் மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இணைக்கப்பட்ட கரியணு நேரடியாக மற்றொரு கரியணுவுடன் இணைந்திருந்தால் அது ஓரிணைய ஆல்கஹால் (primary alcohol) என்றும், ஹைட்ராக்சில் தொகுதி அமைந்திருக்கும் கரியணு இரு கரியணுக்களுடன் இணைந்திருந்தால் அது ஈரிணைய ஆல்கஹால் (secondary alcohol) என்றும் அதுவே மூன்று கரியணுக்களுடன் இணைந்திருந்தால் அது மூவிணைய ஆல்கஹால் (tertiary alcohol) என்றும் பெயரிடப்படுகின்றன. கீழே எடுத்துக்காட்டுகள் உள்ளன.

$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ — ஓரிணைய ஆல்கஹால்

HC_3

CH-CH_2OH — ஈரிணைய ஆல்கஹால்

CH_3



— மூவிணைய ஆல்கஹால்

புரோப்பனாலிலும் அதற்கு மேற்பட்ட ஆல்கஹால்களிலும் மாற்றியங்கள் (isomers) உள்ளன. இவை தவிர, நிறைவுறா ஆல்கஹால்களும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, அல்லைல் ஆல்கஹாலைக் கூறலாம்.

IUPAC முறைப்படி ஆல்கஹால்களுக்கு அவற்றின் மூல ஹைட்ரோகார்பன்களின் பெயர் கடைசியிலுள்ள 'e' க்குப் பதிலாக 'ol' ஐச் சேர்த்துப் பெயரிடப்படுகிறது. பெயருக்கு முன்னால் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் எந்தக் கரியணுவில் இணைந்துள்ளன என்பதைக் குறிக்க அரேபிய எண்கள் குறிப்பிடப் படுகின்றன.

வாய்பாடு	மூலஹைட்ரோ-கார்பன்	பொதுப்பெயர்	IUPAC பெயர்
CH_3OH	மீத்தேன்	மெத்தில் ஆல்கஹால்	மெத்தனால்
CH_3CH_2OH	ஈத்தேன்	எத்தில் ஆல்கஹால்	எத்தனால்
$CH_3CHOHCH_3$	புரோப்பேன்	ஐசோபுரோப்பில் ஆல்கஹால்	2-புரோப்பனால்
$CH_3CH{=}CHCH_2OH$	2-பியூட்டீன்	குரோட்டில் ஆல்கஹால்	2-பியூட்டீன்-1-ஆல்
$(CH_3)_3C\text{-}OH$	2-மெத்தில் புரோப்பேன்	மூ-பியூட்டில் ஆல்கஹால்	2-மெத்தில்-2-புரோப்பனால்

$H_3CCH_2CHOHCH_3$ - 2-பியூட்டனால்
$H_3CCH{=}CHCH_2OH$ - 2-பியூட்டீன்-1-ஆல்

இயல்புகள். கரியணுக்கள் 12 வரை கொண்ட ஓரிணைய ஆல்கஹால்கள் சாதாரண வெப்ப நிலையில் நீர்மங்களாகவும், அதற்கு மேல் கரியணுக்களைக் கொண்ட ஆல்கஹால்கள் திண்மங்களாகவும் உள்ளன. பல்ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள் பாகு போன்று (syrup) காணப்படுகின்றன. ஸ்ட்டீராலைப் (sterol) போன்ற சிக்கலான அமைப்பைக் கொண்ட ஆல்கஹால்கள் (எ.கா., கொலஸ்ட்ரால்) திண்மங்களாகக் கிடைக்கின்றன. மூன்று கரியணுக்களைக் கொண்ட எளிய ஆல்கஹால்கள் நீரில் கரைகின்றன. எல்லா ஒற்றை ஹைட்ராக்சி ஆல்கஹால்களும் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைகின்றன. மூலக்கூறு எடை எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது நீரில் கரையும் திறன் குறைகிறது; மாறாகக் கொதிநிலை, ஆவி அழுத்தம், அடர்த்தி, பிசுப்புமை முதலியன அதிகரிக்கின்றன. ஆல்கஹால்களில் கரியணுக்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்காமல் ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளைப் பதிலீடு செய்யும்போது அந்த ஆல்கஹால்களின் நீரில் கரையும் திறன் அதிகரிக்கின்றது; ஆனால் எத்தனால், ஈதர் ஆகிய கரைப்பான்களில் கரையும் திறன் குறைகிறது; உருகுநிலை, அடர்த்தி, பிசுப்புமை முதலானவை அதிகரிக்கின்றன. ஒத்த ஹைட்ரோகார்பன்களைவிட ஆல்கஹால்களின் அதிக உருகுநிலை, கொதிநிலைகளுக்கு அவற்றில் காணப்படும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளே காரணமாகும்.

ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் அதிகரிப்பதால் ஆல்கஹால்களின் இனிப்புச் சுவை கூடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, எத்தனால் இனிப்புச் சுவையில்லாதது; புரோப்பிலீன் கிளைக்கால் ($C_3H_6(OH)_2$) சிறிது இனிப்புச் சுவை கொண்டது; கிளிசரால் ($C_3H_5(OH)_6$) சாதாரண இனிப்புச் சுவையையும், மானிட்டால் ($C_6H_8(OH)_6$) அதிக இனிப்புச் சுவையையும் கொண்டனவாக உள்ளன. குறைந்த கரியணு எண்ணிக்கையைக் கொண்ட ஆல்கஹால்கள் தனி மணத்தைப் பெற்றுள்ளன. 8 முதல் 12 வரை கரியணுவைப் பெற்ற ஆல்கஹால்கள் ரோஜா அல்லது மல்லிகை மணத்தையும், அதற்குமேல் கரியணுக்களைப் பெற்றவை மணமற்றும் அமைந்துள்ளன. சில பொதுவான ஆல்கஹால்களின் இயல்புகள் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கிடைப்பும், தயாரிப்பும். தனித்த நிலையில் ஆல்கஹால்கள் இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. சாதாரணமாக அவை ஆவிமணத் தைலங்களாகத் (essential oils) தாவரங்களின் பூக்கள், இலைகள், தண்டுகள் ஆகியவற்றுள் அமைந்துள்ளன. பெரும்பாலும் இவை 7 முதல் 12 கரியணுக்களைப் பெற்ற ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஓரிணைய ஆல்கஹால்களாக அமைந்துள்ளன. சிக்கலான, கிளைத் தொடரமைப்பைக் கொண்ட ஆல்கஹால்கள், காட்டாக, சிட்ரனல்லால் (citronellal), ஜெரானியால் (geraniol) ஆகியவை ரோஜா, சிட்ரனல்லாத் தைலங்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. கொழுப்பு ஆல்கஹால்கள் (நீள்

அட்டவணை

பெயர்	பொதுப் பெயர்	கரியணு எண்ணிக்கை	வாய்பாடு	உருகு நிலை (°C)	கொதி நிலை (°C)	அடர்த்தி (d_4^{20})
மெத்தனால்	மெத்தில் ஆல்கஹால்	1	CH_3OH	-93.9	64.96	0.7914
எத்தனால்	எத்தில் ஆல்கஹால்	2	CH_3CH_2OH	-117.3	78.5	0.7893
1-புரோப்பனால்	n-புரோப்பில் ஆல்கஹால்	3	$CH_3CH_2CH_2OH$	-126.5	97.4	0.8035
2-புரோப்பனால்	ஐசோபுரோப்பில் ஆல்கஹால்	4	$(CH_3)_2CHOH$	-89.5	82.4	0.7855
2-புரோப்பீன் -1-ஆல்	அல்லைல் ஆல்கஹால்	3	$H_2C=CHCH_2OH$	-129	97	08540
1-பியூட்டனால்	n-பியூட்டில் ஆல்கஹால்	4	$CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	-89.53	117.25	0.8098
1-பென்டனால்	n-அதைல் ஆல்கஹால்	5	$CH_3(CH_2)_3CH_2OH$	-79	138	0.8144
1-டோடெக்-கானால்	லாரைல் ஆல்கஹால்	12	$CH_3(CH_2)_{10}CH_2OH$	26	259	0.8309
1-ஆக்டாடெ-க்கானால்	ஸ்டிரைல் ஆல்கஹால்	18	$CH_3(CH_2)_{16}CH_2OH$	59.4	332	0.8124
1,2-ஈத்தேன் இரு ஆல்	கிளைக்கால்	2	$HOCH_2CH_2OH$	-11.5	198	0.1088
1,2,3-பு-ரோப்பேன் மூ ஆல்	கிளிசரால்	3	$HOCH_2CHOHCH_2OH$	20	290	0.2613
ஃபீனைல் மெத்தனால்	பென்சைல் ஆல்கஹால்	7	$C_6H_5CH_2OH$	-15.3	205.35	1 0419

தொடர் ஒரிணைய ஆல்கஹால்கள்). சின்னாமிக் ஆல்கஹால் ($C_6H_5CH = CHCH_2OH$), ஃபீனைல் புரோப்பில் ஆல்கஹால் $C_6H_5CHOHC_2H_5$), மென்தால், டெர்பினால் (வளைய 10-கரியணு ஆல்கஹால்கள்) முதலியவை இயற்கையில் கிடைக்கும் ஏனைய ஆல்கஹால்களாகும். பல இனிப்புச்சுவைமிக்க ஆல்கஹால்கள் ஈஸ்டு, மாஸஸ் (mosses), லைக்கன்கள் (lichens) ஆகியவற்றில் உள்ளன. சார்பிட்டால் பழங்களிலும், பெர்ரி (berries), அல்கே (algae), சிவப்புக் கடற்பாசி (red seaweed) ஆகியவற்றிலும், மானிட்டால் பரங்கி, புல், காளான், பழுப்புக் கடற்பாசி (brown seaweed) ஆகியவற்றிலும் உள்ளன. ஸ்டீரால்கள் தாவர, விலங்கினங்களில் உள்ளன; இவை மூளை, இரத்தம், முட்டை வெள்ளை போன்றவற்றில் அமைந்துள்ளன.

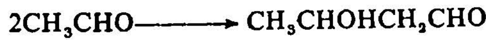
கொழுப்புகள் கிளிசராலின் எஸ்ட்டர்கள்; சில மெழுகுகளும் எண்ணெய்களும் கொழுப்பு ஆல்கஹால்களின் எஸ்ட்டர்கள் ஆகும். பல ஸ்டிரால்கள் இயற்கையில் எஸ்ட்டர்களாகக் கிடைக்கின்றன.

ஆல்கஹால்கள் இயற்கையில் பெரும்பாலும் அவற்றின் எஸ்ட்டர்களாகக் கிடைக்கின்றன. பழச்சாறுகளில் கரியணு எண்ணிக்கை குறைந்த ஆல்கஹால்களின் எஸ்ட்டர்களும், மெழுகு போன்றவற்றில் கரியணு மிகுந்த ஆல்கஹால்களின் எஸ்ட்டர்களும் உள்ளன. ஆல்கஹால் படி வரிசையில் முதல் சேர்மமான மெத்தனால் (methanol) மரக்கட்டையைச் சிதைத்துக் காய்ச்சி வடிப்பதால் (destructive distillation) உண்டாகும் பைரோலிக்னியால் அமிலத்திலிருந்து (pyroligneous acid) கிடைக்கிறது. இரண்டாவது முக்கிய சேர்மமான எத்தனால் (எத்தில் ஆல்கஹால்) சர்க்கரைக் கழிவுப் பாகிலிருந்தும், உருளைக்கிழங்கு, பீட்ரூட் முதலிய கிழங்கு வகைகளை நொதித்தலுக்குட்படுத்துவதாலும் (fermentation) பெறப்படுகிறது. ஸ்ட்டார்ச், செல்லுலோஸ் போன்ற பல்ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள் (polyhydric alcohols) தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கையினால் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

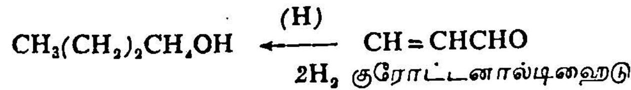
செயற்கைத் தொகுப்பு. மெத்தனால், எத்தனால்

கிளிசரால் போன்ற ஆல்கஹால்கள் தொழிற்கூடங்களில் பெருமளவு பயன்படுகின்றன. இயற்கையிலிருந்து ஆல்கஹால்களைப் பெறுவது மிகவும் கடினமான செயலாகும். எனவே குறைந்த செலவில் ஆல்கஹால்களைத் தயாரிக்கவேண்டியது அவசியமாகிறது.

ஆல்டால் குறுக்கம். கார்போனைல் தொகுதியை அடுத்த கரியணுவில் ஹைட்ரஜன் அணுவைக் கொண்ட ஆல்டிஹைடுகளும், கீட்டோன்களும் குறுக்க வினைக்குள்ளாகி β-ஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடுகள் அல்லது கீட்டோன்களைக் கொடுக்கின்றன. இவற்றை நீரிறக்கத்திற்குட்படுத்திப் பின்னர் வினையூக்க ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தால் ஆல்கஹால்கள் உண்டாகின்றன. காட்டாக, அசெட்டாலடிஹைடு தன்குறுக்கமடைந்து, நீரிறக்கத்திற்குப் பின் குரோட்டனால்டிஹைடையும் பின்னர்ஒடுக்கவினைக்குட்பட்டு 1-பியூட்டனாலையும் அளிக்கிறது.



$$2CH_3CHO \longrightarrow CH_3CHOHCH_2CHO$$



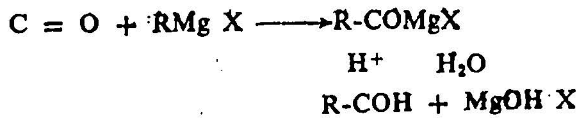
$$-H_2O \quad \text{அமிலம்}$$

$$CH_3(CH_2)_2CH_2OH \xleftarrow[2H_2]{(H)} CH=CHCHO$$

குரோட்டனால்டிஹைடு

1-பியூட்டனால்

கிரிக்னார்டு வினை. அல்க்கைல் (அல்லது அரைல்) மக்னிஷியம் ஹாலைடு ஆல்டிஹைடு, கீட்டோன், எஸ்ட்டர் அல்லது எப்பாக்சைடுடன் வினைபுரிவதால் உண்டாகும் விளைபொருளை நீராற்பகுத்தால் ஆல்கஹால் உண்டாகிறது.

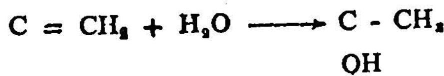


$$C=O + RMgX \longrightarrow R\text{-}COMgX$$

$$H^+ \quad H_2O$$

$$R\text{-}COH + MgOHX$$

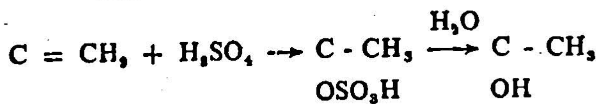
அல்க்கீன்களை நீரேற்றுதல். நிறைவுறாச் சேர்மங்களுடன் நீரேற்றம் செய்வதனால் ஆல்கஹால்களை நேரடியாகப் பெறலாம். தொழில் முறையில் எத்தில் ஆல்கஹாலை எத்திலினை நீரேற்றுவதனால் பெறலாம்.



$$C=CH_2 + H_2O \longrightarrow C\text{-}CH_3$$

$$OH$$

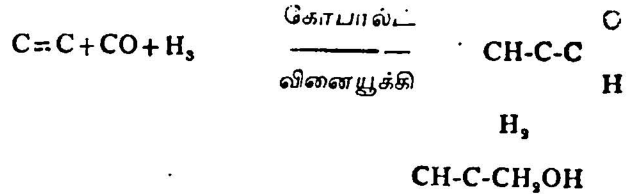
மறைமுகமாக எத்திலீனுடன் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை வினைப்படுத்தி, விளையும் அல்க்கைல் சல்ஃபேட் இடைப் பொருளை நீராற்பகுத்தால் ஆல்ஹகால் உண்டாகிறது.



$$C=CH_2 + H_2SO_4 \rightarrow \underset{OSO_3H}{C\text{-}CH_3} \xrightarrow{H_2O} \underset{OH}{C\text{-}CH_3}$$

இம்முறையில் ஈரிணைய, மூவிணைய ஆல்கஹால்களையும் பெறலாம்.

அல்க்கீன்களை ஹைட்ரோபார்மைலேற்றம் செய்தல். குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய அல்க்கீன்கள் கார்பன்மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன் வினையூக்கி உடனிருக்க வினைபுரிந்து ஆல்டிஹைடு உண்டாகிறது. அதனை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதால் ஆல்கஹால் உண்டாகிறது.

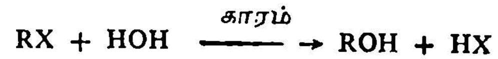


$$C=C+CO+H_2 \xrightarrow[\text{வினையூக்கி}]{\text{கோபால்ட்}} CH\text{-}C\text{-}C \quad \overset{O}{} \quad H$$

$$H_2$$

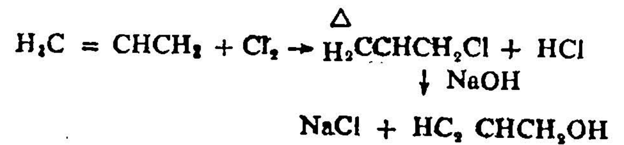
$$CH\text{-}C\text{-}CH_2OH$$

ஹாலைடுகள், சல்ஃபேட்டுகளை நீராற்பகுத்தல். அல்க்கைல் ஹாலைடுகள் அல்லது சல்ஃபேட்டுகள் எளிதில் காரம் உடனிருக்க நீராற் பகுத்தலுக்குட்பட்டால் ஆல்கஹால்களைக் கொடுக்கின்றன.



$$RX + HOH \xrightarrow{\text{காரம்}} ROH + HX$$

நிறைவுறா ஆல்கஹால்களைப்பின்வருமாறு பெறலாம். அல்க்கீனை உயர் வெப்பத்தில் குளோரினேற்றம் செய்து உண்டாகும் ஹாலைடை நீராற்பகுத்தால் நிறைவுறா ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது. காட்டாக, புரோப்பிலீனிலிருந்து அல்லைல் ஆல்கஹாலைப் பின்வருமாறு பெறலாம்.

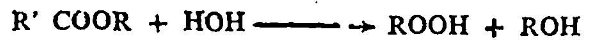


$$H_2C=CHCH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} H_2CCHCH_2Cl + HCl$$

$$\downarrow NaOH$$

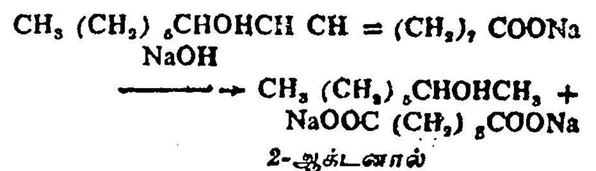
$$NaCl + HC_2\ CHCH_2OH$$

எஸ்ட்டர்களை நீராற்பகுத்தல். அமில, காரங்களினால் எஸ்ட்டர்களை நீராற்பகுத்தால் ஆல்கஹால்கள் உண்டாகின்றன.



$$R'COOR + HOH \longrightarrow ROOH + ROH$$

கொழுப்பு அமிலங்களை வெப்பத்தாற்பகுத்தல். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, ரிசினோலியிக் அமிலத்தை (ricinoleic acid) வெப்பத்தாற்பகுத்தால் 2-ஆக்டனால் கிடைக்கிறது.



$$CH_3(CH_2)_5CHOHCH\ CH=(CH_2)_7COONa$$

$$NaOH$$

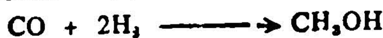
$$\longrightarrow CH_3(CH_2)_5CHOHCH_3 + NaOOC(CH_2)_8COONa$$

2-ஆக்டனால்

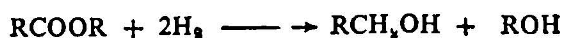
கார்போனைல் சேர்மங்களை ஒடுக்குதல். உயர் வெப்பநிலை, அழுத்தங்களில் வினையூக்கி உடனிருக்க, கார்போனைல் சேர்மங்களை ஒடுக்குவதால் ஆல்கஹால் விளைகிறது.



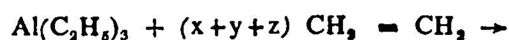
இவ்வினையின் முக்கிய பயன், கார்பன் மோனாக்சைடிலிருந்து மெத்தனால் உண்டாவதாகும்.

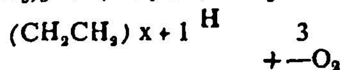


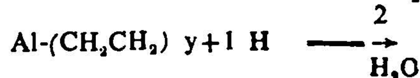
கார்போனைல் சேர்மங்களைப் போலவே ஆல்கஹாலிலிருக்கும் -OH காரங்களால் ஒடுக்கமடைகின்றன; தற்காலங்களில் இம்முறையில் உயர் அழுத்த ஹைட்ரஜனேற்றத்தைத் தாமிர ஆச்சைடு, குரோமியம் ஆக்சைடு வினையூக்கியின் மேல் செலுத்துவதால் ஆல்கஹால் பெறப்படுகிறது. இது கொழுப்பு அமிலங்களின் எஸ்ட்டர்களிலிருந்து கொழுப்பு ஆல்கஹால்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.



அல்க்கீன்களை வினையூக்கப் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்தல். 1925ஆம் ஆண்டிலிருந்து பெட்ரோலியத் தொழிற்கூடங்களில் மூ எத்தில் அலுமினியம் (சைக்ளர், (Ziegler) வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்தி, எத்திலீனைப் பல்லுறுப்பாக்க வினைக்குட்படுத்தி நீள் தொடர் ஓரிணைய ஆல்கஹால்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

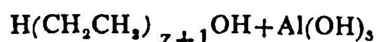








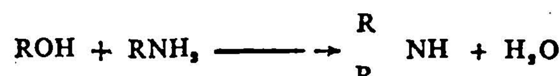




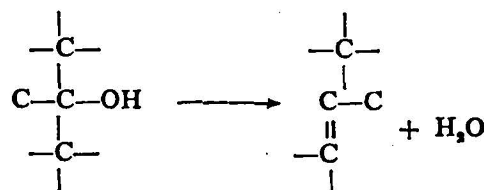
வேதி வினைகள். பொதுவாக ஆல்கஹால்களின் வேதிப் பண்புகள் அதில் இணைந்திருக்கும் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியினாலும் அது அமைந்திருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்தும் அமைகின்றன. ஆல்கஹால்களில் இருக்கும் ஹைட்ரோகார்பன்களும் ஏனைய வினையுறு தொகுதிகளும் (functional groups) வேதிப் பண்புகளில் சிறிது மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆல்கஹால்கள் நடுநிலைச் சேர்மங்களானதால் நீரில் பிரிகையடைவதில்லை. ஆனால் கார உலோகங்களுடன் வினைபுரியும் போது இவை அமிலங்களாகவும். வீரிய அமிலங்களுடன் வினைபுரிகையில் காரங்கள் போலும் செயலாற்றுகின்றன. மூவிணைய ஆல்கஹால்கள் மற்றவற்றைவிட வீரியக் காரங்களாகச் செயலாற்றுகின்றன. இதற்குக் காரணம் ஆக்சிஜன் அணு இணைந்திருக்கும் கரியணுவிற்கு மூன்று அல்க்கைல் தொகுதிகளும் எலெக்ட்ரான்களை வழங்கி எலெக்ட்ரான் அடர்த்தியை அதிகப்படுத்துவதால் அது புரோட்டானை எளிதாக ஈர்க்கிறது.

ஆக்சிஜனேற்றம், எஸ்ட்டர்கள் உருவாதல், ஈதர் உண்டாதல் போன்றவை ஆல்கஹால்கள் ஈடுபடும் சில பொது வினைகளாகும். ஆல்கஹால்கள் அம்மோனியாவுடன் வினைப்பட்டு முதலில் அமீன்களையும் பின்னர் அமீன்களுடன் வினையுற்று அல்க்கைலேற்ற விளைபொருள்களையும் அளிக்கின்றன.



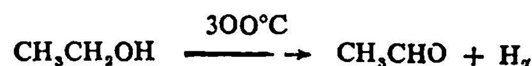


நீரிறக்கம். நீரிறக்க வினைப்பொருள்கள் ஆல்கஹாலிலுள்ள நீரை வெளியேற்றி நிறைவுறாச் சேர்மங்களை அளிக்கின்றன. இரண்டு ஆல்கஹால் மூலக்கூறுகள் வினைப்படும்போது நீர் வெளியேறி ஈதர் உண்டாகின்றது. மூவிணைய ஆல்கஹால்கள் எளிதில் நீரிறக்கம் அடைகின்றன; ஓரிணைய ஆல்கஹால்கள் அவ்வளவாக ஈடுபடுவதில்லை.

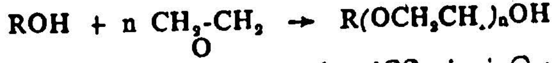




ஹைட்ரஜன் நீக்கம். ஆக்சிஜனேற்றத்தைப் போல ஓரிணைய ஆல்கஹால்களை ஹைட்ரஜன் நீக்கம் (dehydrogenation) செய்வதால் ஆல்டிஹைடும், ஈரிணைய ஆல்கஹால்களை ஹைட்ரஜன் நீக்கம் செய்வதால் கீட்டோன்களும் உண்டாகின்றன.



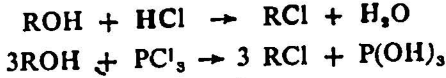
எத்தாக்சிலேற்றம். ஆல்கஹால்கள், எத்திலீன் ஆக்சைடுடன் வினைப்பட்டுப் பல்லுறுப்பு வினைப் பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன. இவற்றில் எத்தாக்சி தொகுதி ($-CH_2CH_2O-$) என அழைக்கப்படுகின்றது.



$$ROH + n\ CH_2\text{-}CH_2\ (O) \rightarrow R(OCH_2CH_2)_nOH$$

பல்எத்தாக்சிலேற்றம் பெற்ற ஆல்கஹால்

ஹாலஜனேற்றம். ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகள் அல்லது ஃபாஸ்ஃபரஸ் மூ ஹாலைடுகளுடன் (phosphorous trihalides) ஆல்கஹால்கள் வினைப்படுவதால் அல்க்கைல் ஹாலைடுகள் விளைகின்றன.



$$ROH + HCl \rightarrow RCl + H_2O$$

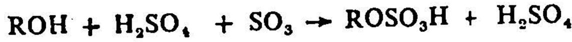
$$3ROH + PCl_3 \rightarrow 3\ RCl + P(OH)_3$$

கார உலோகங்களுடன் வினை. சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற கார உலோகங்களுடன் வினையுறுவதால் ஹைட்ரஜன் இடப்பெயர்ச்சி அடைந்து உலோக அல்க்காக்சைடுகள் (metal alkoxides) உண்டாகின்றன.



$$2\ ROH + 2\ Na \longrightarrow 2\ RONa + H_2$$

சல்ஃபோனேற்றம். புகையும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் ஆல்கஹால்கள் வினைப்படுவதால் அல்க்கைல் சல்ஃபேட்டுகள் உண்டாகின்றன.



$$ROH + H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow ROSO_3H + H_2SO_4$$

ஓரிணைய ஆல்கஹாலை ஆக்சிஜனேற்றத்திற்குட்படுத்தும்பொழுது, முதலில் ஓர் ஆல்டிஹைடும் பின்னர் ஓர் அமிலமும் உண்டாகின்றன. இவற்றில் உள்ள கார்பன் அணு எண்ணிக்கை, ஆல்கஹாலின் கார்பன் அணு எண்ணிக்கைக்குச் சமம். ஈரிணைய ஆல்கஹால் முதலில் ஒரு கீட்டோனையும் பின்பு ஒரு கார்பன் அணுக் குறைந்த அமிலத்தையும் தருகிறது. மூவிணைய ஆல்கஹால் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றமடைவதில்லை. கடினமான சூழ்நிலையால் கார்பன் அணு எண்ணிக்கை குறைந்த அமிலம் உண்டாகிறது. இவ்வாய்வு மூவகை ஆல்கஹால்களை வேறுபடுத்திக் காட்டப் பயன்படுகிறது.

நிறைவுறா ஆல்கஹால் வரிசையில் உள்ள முதல் சேர்மம் வைனைல் ஆல்கஹால் (vinyl alcohol). இதன் அமைப்பு $CH_2=CH—OH$. இது நிலையற்றது; எல்ட்டிகாஃப் விதிப்படி (Eltekov's rule) இது அசெட்டால்டிஹைடாக (CH_3CHO) மாற்றம் அடைகிறது. அடுத்துள்ள ஆல்கஹால் அல்லைல் ஆல்கஹால் (allyl alcohol); இதன் அமைப்பு $CH_2=CH—CH_2OH$. இதன் வேதி வினைகள் அதிலுள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதி, இரட்டைப் பிணைப்பு ஆகிய இரண்டுக்கும் உரியவை.

இரு ஹைட்ரிக் ஆல்கஹாலில் முக்கியமானது எத்திலீன் கிளைக்கால். இது ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹாலின் வினைகளைக் கொண்டது. இதில் இரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உள்ளமையால் இது இருவகைப் பெறுதிகளைத் தருகிறது. கிளைக்காலுடன் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது டைஆக்சேன் (dioxane) என்னும் வளைய ஈதர் உண்டாகிறது. டைஆக்சேன் ஒரு கரைப்பானாகப் பயன்படுகிறது.

மூ ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் வரிசையில் முதன்மையாகவும் முக்கியமாகவும் உள்ளது கிளிசரால் (கிளிசரின்). இதன் மூலக்கூறில் இரண்டு ஓரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதிகளும் ஓர் ஈரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதியும் உள்ளன. இதை அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் சூடுபடுத்தும் பொழுது நைட்ரோகிளிசரின் (nitroglycerine) என்னும் சேர்மம் கிடைக்கிறது. இது அமட்டால் (amatol) என்ற வெடிமருந்து தயாரிப்பிற்குப் பயன்படுகிறது. கிளிசராலுடன் ஃபாஸ்ஃபரஸ் பென்டாக்சைடு (P_2O_5) சேர்த்துச் சூடுபடுத்தும்பொழுது நீரிறக்கம் அடைந்து அக்ரோலின் (acrolein) என்னும் நிறைவுறா ஆல்டிஹைடு உண்டாகிறது. கிளிசராலுடன் ஃபார்மிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும் பொழுது அல்லைல் ஆல்கஹால் உண்டாகின்றது.

பயன்கள். நீருக்கு அடுத்தபடியாக மிக அதிகமாகப் பயன்படும் கரைப்பான் ஆல்கஹால்தான். எண்ணெய், கொழுப்பு, வண்ணம், வார்னிஷ், பிசின், அல்க்கலாயிடு முதலியவற்றைக் கரைப்பதற்கு ஆல்கஹால் பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஒரு நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சியில் ஆல்கஹால் மிகவும் முக்கியமானது. ஆல்கஹாலில் பெருமளவு, ரப்பரைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. மேலும், மெருகெண்ணெய், நகப்பூச்சு, கறைய கற்றி, வண்ணம், வாசனைப் பொருள், செயற்கைத் தோல், சவர்க்காரம், இயங்குபடங்கள், வெடிமருந்து, சாயம், மை, மயக்க மருந்துகள், நச்சு நீக்கிகள், பூச்சிக் கொல்லிகள் முதலிய பல்வேறு பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

மெத்தனால் கரைப்பானிலும், அருந்தத் தகாத இயல்பு நீக்கப்பட்ட சாராயத் (denatured spirit) தயாரிப்பிலும், சாயங்கள், மருந்துப் பொருள்கள், வாசனைப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும், ஆல்கஹால் எரிபொருள்கள் தயாரிப்பிலும் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

எத்தில் ஆல்கஹால் பொருள்காட்சிச் சாலையிலும் மருத்துவமனைகளிலும் உடல்களையும் உறுப்புகளையும் கெட்டுப்போகாமல் பாதுகாத்து வைக்கப் பயன்படுகிறது. மேலும் விளக்குகள், அடுப்புகள் ஆகியவற்றில் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது. வெப்பமானிகளிலும் ரசமட்டம்(spirit level)போன்ற கருவிகளிலும் பயன்படுகிறது. மேலும் ஈதர், குளோரோஃபார்ம், அயோடோஃபார்ம், ஒளிபுகும் சவர்க்காரங்கள், வண்ணங்கள், வார்னிஷ்கள் ஆகியவை உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை தவிர எத்தனால் மதுபானமாகப் பயன்படுகிறது. மதுபானங்களில் எத்தனாலுடன் நீர், வாசனைப்

பொருள்கள், வண்ணங்கள், ஆகியவை கலந்துள்ளன. பீர், சிதர், கிளாரெட், போர்ட் போன்ற காய்ச்சி வடிக்கப்படாத மதுபானங்களில் மூன்று முதல் இருபது விழுக்காடு வரையிலும், பிராந்தி, ஜின், ரம், விஸ்கி போன்ற காய்ச்சி வடிக்கப்பட்ட மதுபானங்களில் நாற்பது முதல் ஐம்பது விழுக்காடு வரையிலும் எத்தனால் உள்ளது. மதுபானங்களைச் சிறிதளவு உட்கொள்ளும் போது உடலில் புதுத்திறன் உண்டாகிறது. ஆனால் தொடர்ந்து அருந்தி வந்தால் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்பட்டு, நினைவாற்றல் குறைவதுடன், ஈரல், இரைப்பை முதலியவற்றில் நோயுண்டாகும்.

அருந்துவதற்குப் பயன்படும் ஆல்கஹால் மீது அதிக வரி விதிக்கப்பட்டுள்ளது. தொழிற்சாலைகள், ஆய்வுக்கூடங்கள் போன்றவற்றிற்குத் தேவையான ஆல்கஹால் வரியின்றிக் கிடைக்கிறது. ஆனால் இத்தகைய ஆல்கஹாலுடன் ஃபார்மலின், மெத்தனால், பிரிடீன் போன்ற நச்சுப் பொருள்கள் சேர்க்கப்பட்டு அது அருந்தத் தகுதியற்றதாகச் செய்யப்படுகிறது. இத்தகைய ஆல்கஹாலுக்கு இயல்பு நீக்கப்பட்ட ஆல்கஹால் (denatured spirit) என்று பெயர்.

தற்காலத்தில் பெட்ரோல் குறைவாக உள்ள நாடுகளில், ஆல்கஹாலுடன் ஈதர், பென்சீன் ஆகியவற்றைக் கலந்து உள்கனல் பொறிகளில் (internal combustion engines) பயன்படுத்துகிறார்கள். இது திறன் ஆல்கஹால் (power alcohol) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இரு ஹைட்ரிக் ஆல்கஹாலான எத்திலீன் கிளைக்கால் உந்து வண்டிகளில் உள்ள கதிர் வீசியில் (radiator) குளிர்விக்கும் நீர் உறைந்துவிடாமல் தடுக்கப் பயன்படுகிறது. நீருடன் 40% கிளைக்கால் சேர்க்கும்போது கலவையின் உறைநிலை —40°C ஆகக் குறைகிறது. மேலும் வானூர்திகளின் இறக்கையில் பனிக்கட்டி படியாமல் தடுக்கவும், வானூர்திகளின் பொறிகளைக் குளிர்விக்கவும் கிளைக்கால் பயன்படுகிறது. இவை தவிர, கரைப்பானாகவும், பாலியூரித்தேன் பல்லுறுப்பாக்கல் (polymerisation) வினைகளிலும், டெரிலீன் (terrylene) போன்ற செயற்கை இழை தயாரிப்பிற்கும் பயன்படுகிறது.

மூ ஹைட்ரிக் ஆல்கஹாலான கிளிசரால் நீர்க்கும் தன்மையுடையதாகையால், அதனுடன் சேர்ந்திருக்கும் பொருள்களை உலராமல் தடுக்கிறது. எனவே, கிளிசரால் தோல்பதனிடவும், நூலிழைகளைத் தொய்யும் தன்மையுடையவையாக்கவும், மிருதுவாக்கவும், புகையிலையைப் பதப்படுத்தவும், சவரச் சவர்க்காரம், தோல், மெழுகு, அச்சடிக்கும் மை, முத்திரை மை, தட்டச்சு மை முதலியவற்றை ஈரப்பதத்துடன் வைத்திருக்கவும் உதவுகிறது. வெடிமருந்துகள் தயாரிப்பிற்கும் கிளிசரால் பயன்படுகிறது. அழகு சாதனங்களிலும் ஒளிபுகும் சவர்க்காரம் தயாரிப்பிற்கும் பயன்படுகிறது.

குளுக்கோஸ், ஃபுரொக்ட்டோஸ், ஸ்ட்டார்ச் போன்ற பல்ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள் உணவுப் பொருளாகவும், இனிப்புப் பண்டங்களாகவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. செல்லுலோஸ் போன்றவை செயற்கை இழைகள், திரைப்பட ஃபிலிம்கள், வெடிமருந்துகள், தாள் ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. காண்க, ஃபீனால்கள்.

க. சேதுராமன்

நூலோதி

Finar, I.L., Organic Chemistry, Vol. I, Sixth Edition, ELBS,London, 1982.

ஆல்கஹாலாற் பகுப்பு

ஆல்கஹாலைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருளைப் பகுத்தல் ஆல்கஹாலாற் பகுப்பு (alcoholysis) எனப்படும். ஓர் ஆல்கஹால் அமிலக் குளோரைடு, அமில நீரிலி (acid anhydride) அல்லது எஸ்ட்டருடன் வினை புரிந்து மற்றோர் எஸ்ட்டரைக் கொடுக்கிறது. இவ்வினை ஆல்கஹாலாற் பகுப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, அசெட்டைல் குளோரைடு அல்லது அசெட்டிக் நீரிலி எத்தனாலுடன் (ethanol) வினைபுரிந்து எத்தில் அசெட்டேட்டைக் கொடுக்கிறது.

ஓர் எஸ்ட்டர் மற்றோர் ஆல்கஹாலுடன் வினைபுரிந்து வேறோர் எஸ்ட்டர் தருவதற்கு எஸ்ட்டர் பரிமாற்றுவினை (transesterification) என்று பெயர். இந்த வினையில் ஓர் ஆல்கஹால் மற்றோர் ஆல்கஹாலை எஸ்ட்டரிலிருந்து வெளிப்படுத்துகின்றது. மேலே கூறப்பட்டுள்ள இந்த வினை அமிலம் அல்லது காரத்தை வினையூக்கியாகக் கொண்டது. எஸ்ட்டர் பரிமாற்றுவினை ஒரு சமநிலை வினையாதலால் எந்த ஆல்கஹாலினுடைய எஸ்ட்டர் வேண்டுமோ அந்த ஆல்கஹாலை அதிகமாகப் பயன்படுத்த வேண்டும் அல்லது ஏதாவது ஒரு விளை பொருளை அகற்ற வேண்டும்.

மேலே கூறப்பட்ட எடுத்துக்காட்டுகளைத் தவிர சயனைடுகள், அமில அமைடுகள், எப்பாக்சைடுகள் (epoxides) ஆகியவையும் ஆல்கஹாலுடன் வினைபுரிகின்றன.

ஓர் ஆல்கஹால் சயனைடு கலவையில் உலர் (ஈரமற்ற) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமத்தைச் செலுத்தினால் இமினோ எஸ்ட்டரின் ஹைட்ரோ குளோரைடு உப்புக் கிடைக்கிறது. இது நீர்த்த அமிலத்துடன் சேர்ந்து ஒரு எஸ்ட்டரைக் கொடுக்கிறது. இது சயனைடுவகை ஆல்கஹாலாற் பகுப்பு எனப்படும்.

எபாக்சைடுகளும் ஆல்கஹாலுடன் வினைபுரிந்து β- ஹைட்ராக்சி ஈதர்களைத் தருகின்றது. இவ்வினை அமிலம் அல்லது காரங்களை வினையூக்கிகளாகக் கொண்டு β-ஹைட்ராக்சி ஈதர்களை விளைபொருளாகத் தருகிறது. β- ஹைட்ராக்சி ஈதர்கள் கரைப்பான்களாகப் (எ.கா. செலோசால்வ்) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எஸ்.பி. சீனிவாசன்

ஆல்காக்கள்

ஆல்கா (olga) என்பது இலத்தீன் மொழியில் கடற்பாசி எனும் பொருளுடையது. கடற்பாசி பச்சையம் ஏ (chlorophyll A) எனும் நிறமியினைக் கொண்டு ஒளிச்சேர்க்கை நடத்திக்கொள்ளும் ஒருவகை உயிரினமாகும். எனவே ஏனைய தாவரங்களிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டிருப்பினும் இது தாவரமே. நுண்ணோக்கி மூலம் அறியப்படுகின்ற மிகச் சிறியவை முதல் கண்ணுக்குப் புலனாகின்ற பெரியவை வரை ஆல்காக்கள் (olgae) காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உடலைத் தாலசு (Thallus) என்பர். இவற்றில் காற்றுக் குழாய்த் திசுக்கள் காணப்படுவதில்லை. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் மிக எளிய அமைப்புக் கொண்டவை. ஆல்காக்கள் வெவ்வேறு வகையான உடலமைப்பும், உருவும், அளவும் கொண்டவை. இவை பெரும்பாலும் நீர் நிலைகள், மண்பரப்பு, சில சமயங்களில் மரப்பட்டைகளிலும் இலைகளின் பரப்புகளிலும் மற்ற உயிரினங்களின் உடல் மீதும் உடலினுள் கூட்டுயிராகவும் (symbiont) வாழ்கின்றன. பூஞ்சையுடன் (fungi) இணைந்து ஒருவகைக் கூட்டு உயிரினமாகவும் காணப்படுகின்றன. ஓர் ஆல்கா மற்றோர் ஆல்காவுடன் இணைந்து வாழ்வதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, ரைசோசொலினியா (*Rhizosolenia*) என்னும் டயாட்டமின் புரோட்டோபிளாசத்தில் ரிகிலியா (*Rihelia*) என்னும் பசும் நீலப்பாசி கூட்டுயிராக வாழ்கின்றது. மூன்று மைக்ரான்களிலிருந்து 1 மைக்ரான் (1/1000 மி.மீ) விட்டமுடைய ஒற்றைச் செல் உடலமும், 62 மீட்டர் நீளமுடைய கெல்ப் (Kelp) எனும் கடற்பாசிகளும் உள்ளன. ஆல்காக்களில் ஏறக்குறைய 25,000 சிற்றினங்கள் உள்ளன. மலை உச்சிப் பகுதிகளிலுள்ள படர்ந்த பனிப் பகுதிகள் (O° செ.) பசுமை நிறமடைய கிளாமிடோமோனாஸ் நிவாலிஸ் (*Chlamydomonas nivalis*) காரணமாகின்றன. ஆசில்லடோரியா (*Oscillatoria*) அக்காந்தஸ் (Achanthus) சுடுநீர் ஊற்றுகளில் வாழ்கின்றன. நகரும் (mobile) தனிச் செல்லும் (single cell), நகராச் செல்லே உடலாக உடையவையும், கூட்டமைவுத் (colony) தனிச்செல்களும், சவ்வினால் (mucilage) இணைக்கப்படுதல், இழை உடலம் (filamentous body), கிளைத்த இழைஉடலம், வேர், தண்டு, அமைப்புகளை உடையனவும் கேரா (chara) நைடெல்லா (nitella) என்பனவும் உயர் வகைத் தாவரங்களைப் போன்று வேர், தண்டு, இலைகளைப் பெற்றுள்ளவையுமாகப் பல (caulerpa) உள்ளன. பச்சையம் ஏ, பி, பசுமைநிறத்தையும், ஃபைக்கோசயானின் (Physocyanium) பசும் நீல நிறத்தையும், சாந்தோஃபில் (Xanthophyll), பீட்டா கரோட்டின் (β carotene) செம்மை நிறத்தையும், ஃபைக்கோ எரித்திரின் (Phyco erythrin) சிவப்பு நிறத்தையும், ஃப்கோசாந்தின் (Fucoxanthrin) இளஞ் சிவப்பு நிறத்தையும், டைஅடினோசாந்தின் (Diademoxanthin) பசுமஞ்சள் நிறத்தையும் ஆல்காக்களுக்கு முறையே கொடுக்கின்றன.

வண்ணக்கணிகங்கள் பலவாக இருப்பினும் அனைத்திலும் பச்சையம், ஏ. பி. உள்ளதால் அவை உணவைத் தயாரித்துக்கொள்கின்றன. உணவுப் பொருள்கள் ஆல்காக்களைப் பொறுத்துப் பல்வேறு வகைப் பொருள்களாகச் சேமிக்கப் படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பசும் நீலப் பாசிகளில் (cyanophyceae) கிளைக்கோஜன் (glycogen), பசும் பாசிகளில் (chlorophyceae) மாவுச்சத்து, எண்ணெய்; சிவப்புநிறப் பாசிகளில் (rhodophyceae) புளோரிடியன் மாவுச்சத்து (floridean starch) பழுப்பு நிறப் (Phaeophyceae) பாசிகளில் குளுக்கான வகையான லேமினாரின் (laminarin), மேனிட்டால் (mannitol) கொழுப்புச்சத்து, பொன்னிறப் பாசிகளில் (chrysophyceae) கிரைசோலே லேமினாரின் (chrysolamion arin) ஆகியவை செரிப்புப் பொருள்களாகக் காணப் படுகின்றன.

ஆல்காக்களில் பலமுறைகளில் இனப்பெருக்கம் ஏற்படுகின்றது. செல் பிரிதல் (cell division), இழை துண்டாதல் (fragmentation), தனிவகை இனப் பெருக்கச் செல்களை உருவாக்குதல், இனச்செல்கள் (gametes), ஸ்போர்கள் (spores) ஆகியவற்றின் உதவியால் இவற்றில் இனப்பெருக்கம் ஏற்படுகின்றது. இந்த இனப்பெருக்கச் செல்கள் இருவகைப்படும். அவை நகராதவை (non-mobile), நகருபவை (mobile) என்பனவாகும். நகரும் செல்கள் கசையிழைகளைப் (cilia) பெற்றுள்ளன. பாலில்லா இனப்பெருக்கத்தின் (asexual reproduction) பொழுது தோற்றுவிக்கப் படும் செல்கள் சூஸ்போர்கள் (zoospores) எனப்படும். பாலினப்பெருக்கத்தின்(sexual reproduction)பொழுது உருவாகும் இனச்செல்கள் (gamete) அளவு, உருவம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றன.

இனச்செல்களின் வகைகளைப் பொறுத்து ஏற்படுகின்ற பாலினப் பெருக்கம் ஒத்த இனச்செல் இணைவு (isogamy), உருவேறுபட்ட இனச்செல் இணைவு (anisogamy) இனச்செல் இணைவு (Oogamy) என மூவகைப்படும். பாலினப் பெருக்கம் இரு இனச் செல்கள் இணைவதால் நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாகும்.

இணையும் இனச்செல்கள் ஒரே அளவாக இருந்து பாலினப்பெருக்கம் ஏற்படுவதை ஐசோகேமி என்றும், வெவ்வேறு அளவினை உடைய இனச்செல்களினா லேற்படுவதை அனிசோகேமி என்றும், நகராத ஓர் இனச்செல் நகரக்கூடிய ஒரு சிறிய இனச்செல் இணை வதை இனச்செல் இணைவு என்றும் முறையே கூறப் படும். நகரும் இனச்செல்களிலும் சூஸ்போர்களி லும் கசையிழைகள் காணப்படுகின்றன. பசும்பாசி களின் சூஸ்போர்களின் இரு கசையிழைகள் முன்புற மாக இணைந்துள்ளன. இவற்றை முறையே விப்லாஷ் (Whiplash), டின்செல் (Tinsel) வகையின என்பர்.

விலங்கினங்களில் குறிப்பாக எலும்பு அற்றவை களின் உடலின் மீதோ அல்லதுஅவற்றின்உள்ளேயோ பல ஆல்காக்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றை ஜூசாந்தெல்லே (*Zoozanthellae*) என்பர். ஜூசாந் தல்லே கடல்நீரிலும், ஜூகுளோரல்லே (*Zoochlorellae*) நன்னீரிலும் வாழ்கின்றன. எ.கா. குளோரெல்லா (*Chlorelle*), பிளாட்டி மோனாசு (*Platymonas*) இவை மட்டுமின்றி தட்டைமீன்கள் ஆகிய (flouneders) இவை முட்டைகள் பொரிப்பதற்கு மிலோசிரா (melosira) எனும் ஆல்கா உதவுகிறது. முட்டை கள் கருவுற்றவுடன் ஒரு புள்ளியில் கூட்டமாகச் சேருகின்றன. மையத்திலுள்ள முட்டைகள் உடன டியாக இறந்துவிடுகின்றன. ஆனால் இந்நிலை யில் மிலோ சிரா எனும் டயாட்டம் (Diatom), மிதவை உயிரினத்தொகுதியில் (plankton) இருக்கு மாயின் முட்டைகள் கூட்டமாகச் சேருவது குறைக் கப்படுவதுடன் நிறைய அளவு ஆக்சிஜன் (oxygen) கிடைப்பதற்கும் காரணமாயிருக்கின்றது. இது நிறைய தட்டை மீன்கள் உயிர் வாழ்வதற்கு உதவி யாய் இருக்கின்றது.

ஆல்காக்களில் பல இனங்கள் தொல்லுயிர் எச்சங்களாகக் (fossil remains) காணக்கிடைக் கின்றன. பசுநீலப்பாசிகள், டையாட்டம்கள், கொகோலிதோஃபோர்கள் (coccolithophores) ஆகி யவை பெரும் எண்ணிக்கையில் தொல்லுயிர் எச்சங் களாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் பசுநீலப் பாசிகளே மிகப் பழமையானவை. இவை இரு பில்லி யன் (billion) ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. சுண்ணாம்புச்சத்து, சிலிக்கா (silica) அதிகமுள்ள உடலமைப்பைக் கொண்ட தொல்லுயிர் டயாட்டம்களால் நன்கு பாதுகாக்கப் பட்டுள்ளன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. ஆல்காக்களிலிருந்து பல வாணிகப் பொருள்கள் பெறப்படுகின்றன. இவை செல்உறை பொருள்களிலிருந்து கிடைக்கும் அகார் (agar), அல்ஜினின் அமிலம் (algini acid), கெராஜீன் (carrageen), டயாட்டமண் (Diatomaous earth) ஆகியவைகளாகும். முதல் மூன்று பொருள் கள் கடல்வாழ் ஆல்காக்களான கிரேசிலேரியா (Gracilaria), கைகார்ட்டினா (Gigartina) மாக்ரோ சிஸ்ட்டிஸ் (Macrocystis), லேமினேரியா (Laminaria), காண்டிரஸ் (chondrus), யூசுமா (Euchuma) ஆகிய வற்றிலிருந்தும், நான்காவது நன்னீர் நிலைகள் அல்லது கடல்களில் வாழும் டயாட்டம்களின் செல் உறை பொருள்களிலிருந்தும் எடுக்கப்படுகின்றன. பல்வேறு தொழில்துறைகளில் திடப்படுத்தும் பால்ம மாக்கியாகப் (emulsifier) பயன்படுகின்றன. பல சுவையான உணவுப் பண்டங்களைத் தயாரிக்க உதவுகின்றன. ஐஸ்கிரீம், ஆகியவை செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. அகார் பெரும் அளவில் அழகு மணப் பொருள்கள் (cosmetics), லோஷன் (lotion) ஆகியவற்றில் சேர்க்கப்படுகின்றது. அகார் கரைசல் திடப்படுத்தும் திறன் பெற்றது என்பதால் பல வகைகளில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. டயாட்டமண் பொதுவாக வடிப்பானாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. டயாட்டம் செல் உறையில் சிலிக்கான் (silicon) பெரு மளவில் இருப்பதால் அது கொதிகலன்களில் காப்புப் பொருளாகவும் (insulator) உலோகங்களுக்கு மெருகு கொடுக்கவும் உபயோகிக்கப் படுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி டைனமைட்டு (dynamite) தயாரிக்கின் றார்கள். ஒளிரும் வண்ணப்பொருள், பற்பசை ஆகியவற்றின் தயாரிப்பிலும் இது இடம் பெறு கின்றது. லேமினேரியா (lamineria) சர்காசும் (sargassum). மாக்ரோசிஸ்ட்டிஸ் (macrocystis) ஆகிய வற்றில் கனிமப் பொருள்கள் இருப்பதால் அவற்றை எருவாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். பல பசுநீலப் பாசிகள் நெல்வயல்களில், காற்றிலுள்ள நைட்ர ஜனை (nitrogen) நிலைப்படுத்தி நைட்ரேட்டு (nitrate) வளத்தினை அதிகரிக்கின்றன. சில ஆல் காக்கள் நச்சுத்தன்மையுடையவை. மைக்ரோ சிஸ்ட்டிஸ், அனபீனா (anabaena) போன்றவை நச்சு ஆல்காக்களாகும். இவை அதிகம் வளர்ந்துள்ள நீரைக் குடிக்கும் விலங்கினங்களும் மனிதர்களும் இறக்க நேரிடும். அசிட்டபுளேரியா (Acetabularia) கோண் டிரசு போன்ற சில ஆல்காக்கள் மருந்துகளாகப் பயன்படுகின்றன.

சிரே. தரண்யகுமார்

நூலோதி

1. Fritach, F.E., The Structure and Reproduction of Algae, 2 Vols, The University Press, Cambridge, 1945.
2. Round, F., The Biology of the Algae, St. Martins Press, New York, 1973.
3. Trainor, F.R., Introductory Phycology, John Wiley & Sons, New York, 1978.
4. The Wealth of India, Vol 1, CSIR Publication, New Delhi,1894.

ஆல்ட்டோ, ஆல்வார்

பின்லாந்து நாட்டுக் கட்டிடக் கலைஞரும், நகரத் திட்டமிடல் வல்லுநருமான ஆல்ட்டோ ஆல்வார் 1898 ஆம் ஆண்டு பிப்பிரவரித் திங்கள் 3ஆம் நாளன்று உருசியப் பின்லாந்தில் உள்ள குவர்த்தேன் (Kuortane) என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். இவர் இருக்கைகள் (furnitures) வடிவமைப்பதில் வல்லவர். இவரது வடிவமைப்புகளில் பொலிந்த புதுமை நயமும், மென்மையும், அழகியலும் (aesthetics), அறிவு முதிர்வும் (maturity) இவருக்கு அனைத்துலகப் புகழை ஈட்டித் தந்தன.



ஆல்ட்டோ ஆல்வார்

தொடக்க காலப் பணிகள். இவர் பின்லாந்து நாட்டில் உள்ள ஓதநீமியில் (Otaneimi) அமைந்த ஹெலின்ஸ்கி நகரிலுள்ள தொழில்நுட்ப நிறுவனத்தில் கட்டிடக்கலைப் படிப்பைத் தொடங்கினார். இவரது கல்வி பின்லாந்து நாட்டு விடுதலைப் போரால் தடைப்பட்டது. இப்போரில் இவர் தமது முழு ஈடுபாட்டையும் செலுத்தினார். 1921இல் பட்டம் பெற்றதும், ஆல்ட்டோ ஐரோப்பா முழுதும் சுற்றுப்பயணம் செய்தார். சுற்றுப் பயணத்திலிருந்து திரும்பியதும் நடுப் பின்லாந்தில் உள்ள ஸ்வாசுகிலா நகரில் இவர் தம் பணியைத் தொடங்கினார். 1925 இல் இவர் ஐனோமார்சியோ எனும் ஆய்வு மாணவியை மணந்து கொண்டார். இவரது மனைவியார் வாழ்நாள் முழுதும் இவரது தொழில் துணையாகத் திகழ்ந்தார். இவர்களுக்குக் குழந்தைகள் இருவர் பிறந்தனர். 1927 ஆம் ஆண்டு டர்க்கு (Turku) நகருக்குத் தமது அலுவலகத்தை மாற்றினார். 1933 ஆம் ஆண்டு வரை அங்கு இவர் எரிக் பிரிக்மனுடன் (Erick Briggman) பணிபுரிந்தார். பின்னர் 1933 இல் ஹெலின்ஸ்கி நகரை அடைந்தார்.

இவரது வாழ்க்கையில் 1926, 1927 ஆம் ஆண்டுகள் மிக முக்கியமானவை ஆகும். ஏனெனில் இவ்விரு ஆண்டுகளும் இவருக்குப் பெரும்புகழைத் தேடித் தந்தன. இக்காலக் கட்டத்தில் தான் இவர் மூன்று பெருங்கட்டிடங்களைக் கட்டுவதற்கான ஆணைகளைப் பெற்றார். அவற்றைக் கட்டி உலகப் புகழும் உற்றார். அக்கட்டிடங்கள், டர்க்கு நகரின் டருன் சனோமாக் கட்டிடம், பைமியோ (Paimio) நகரின் என்புருக்கி மருத்துவ அகம் (Tuberclosis sanatorium), வைப்புரி (Vaipuri) நகரின் நகராட்சி நூலகம் என்பனவாகும்.

முன்னர்க் குறிப்பிட்ட இரு கட்டிடங்களும் பின்லாந்து நாட்டு வழக்கப்படி பொதுக் கட்டிடங்களைக் கட்டுவதற்கான வணிகப் போட்டியில் வென்றவை. இந்த இரு கட்டிடங்களுமே மரபுவழிக் கட்டிடக் கலைப் பாணி எதையும் பின்பற்றாது நேரடியாக உருவாக்கப்பட்ட புதுமைப் படைப்புகளாவதுடன் 1920 இல் நிலவிய பின்லாந்து நாட்டின் எளிய செந்நிலைத் தரத்தினை விஞ்சிய தலையாய கலைப் படைப்புகளுமாகும். இவை 1925-26 இல் ஜெர்மனியில் தேசெ (Dessaie) நகரில் வடிவமைப்புப் பள்ளிக்காக வால்டேர் குரோப்பியஸ் (Walter Gropius) என்பார் நிறுவிய கட்டிடத்தை நினைவூட்டின. குரோப்பியசைப் போலவே, ஆல்ட்டோவும் மென்மையான வெண்பரப்பு, நாடா அமைந்த சாளரங்கள் தட்டையான கரைகள், கூரைத் தளங்கள், பலகணிகள் ஆகிய கட்டிட அமைப்புக் கூறுபாடுகளை இவற்றில் பயன்படுத்தினார்.

மூன்றாவது கட்டிடமான வைப்புரி நகராட்சி நூலகம் (Viipuri municipal library), ஐரோப்பிய முன்படிமங்களான குரோப்பியஸ் மற்றும் பிற கலைஞர்களின் பண்களை ஒத்து அமைந்திருந்தாலும், இந் நூலகம் ஆல்ட்டோவின் கலைபுணர்வின் தனித் தன்மையையும் வேறுபடுத்தி வெளிக்கொணர்ந்தது. உட்புறம் உள்ள அகலமான இடம் பல்வேறு மட்டத்தில் அமைக்கப்பட்டது. நகராட்சி நூலகத்தில் உள்ள கலையரங்கிற்கு மரப்பட்டைகளால் நெளிவமைப்புடைய கூரையை வடிவமைத்தார். வியப்பூட்டும் வகையில் அவர் தாமே வடிவமைத்த வளைந்த மரப்பட்டையடுக்கால் செய்த இருக்கைகள் பொது மக்களையும், தொழில் வல்லுநர்களையும் கவர்வனவாக அமைந்தன. உலர்ந்த இழையாப்புகளால் ஆன மரக்கூரை வெண்மையான கட்டிடத்திற்கு மேலும் அழகூட்டுவதாக அமைந்தது. தளத்தின் மட்டத்தை வேறுபடுத்துதல் போன்றவற்றைத் தொடர்ந்து, இயற்கைப் பொருள்களையும் கூரை விளக்குகளையும் ஒழுங்கற்ற வடிவத்தையும் (irregular form) பயன்படுத்தினார்.

1930 களின் இடையில் உலகத்திலேயே மிகச் சிறந்த புதுமையான கட்டிடக் கலையியல் வல்லுநர் என்று ஏற்கப்பட்டார். மற்றவர்களைப் போலல்லாமல் இவருக்கென்று தனிப் பாணி இருந்தது. உலகத்தில் பெருமைவாய்ந்தபின்லாந்து வகை அரங்குகளை வடிவமைத்ததால் (பாரிசில் 1937 இலும், நியூயார்க்கில் 1939 இலும்) கட்டிடக்கலையியலில் மேலும் இவருக்குப் புகழ் கிடைத்தது. இந்த வடிவமைப்புகளில் கட்டுமானத்திற்கும், மேற்பரப்பிற்கும் (surface) அவர் மரத்தைப் பயன்படுத்தினார்.

1938 ஆம் ஆண்டு நியூயார்க்கில் உள்ள அவருடைய படைப்புகளைப் புதுமைக்கலைப் பொருட்காட்சியில் (Museum of Modern Art) வைத்ததால் அவர் புகழ் மேலும் பரவியது. அப்பொருட்காட்சியில் அவருடைய கட்டிடங்களின் ஒளிப்படங்களும் இருக்கைகளும் காட்சிக்கு வைக்கப்பட்டன.

இருக்கைகளைப் பற்றி ஆராய்வதை (experiment) அவர் 1930 ஆம் ஆண்டுத் தொடக்கத்தில் பைமியோவில் புற்றுநோய் மருந்தகம் தொடங்கியபோதே தொடங்கினார். மரப்பட்டையடுக்கால் செய்யப்பட்ட நாடா போன்ற அமைப்பினால் ஆன இருக்கைகள் மிகவும் பெயர் பெற்றவை. நீண்ட உழைப்பிற்கும், கட்டுமானத்திற்கும் ஏற்ப, அவை வடிவமைக்கப்பட்டன. கலைச்சுவைஞரும், தொழிலதிபரின் மனைவியுமான மரியா குல்லிசென்னும் (Mairea Gullichsen) ஆல்ட்டோவும் சேர்ந்து 1935 ஆம் ஆண்டு ஆர்டெக் குழுமத்தைத் (Artek Company) தோற்றுவித்தனர். இருக்கைகளைச் செய்வதும் அவற்றை விற்பனை செய்வதும் இந்தக் குழுமத்தின் பணிகளாகும். ஆல்ட்டோவின் கைவண்ணங்கள் பின்லாந்தில் நூர்மார்க்கூவுக்கு அருகில் குல்லிசென்னுக்காகக் கட்டப்பட்ட மரியாவில்லா என்னும் வீட்டில் காணப்படுகின்றன.

முதிர்ச்சி அடைந்த கலைப் பாணி. ஆல்ட்டோவிற்கு 1940 இல் அவ்வளவு நல்ல வாய்ப்புகள் அமையவில்லை. அக்காலக் கட்டத்தில் போராலும மனைவியின் இறப்பாலும் அவரது வாழ்க்கையில் சிதறல் ஏற்பட்டது. 1952 ஆம் ஆண்டு எல்லிசா மாகிநீமி (Ellissa Makiniemi) என்ற கட்டிடக் கலையியல் பயிற்சியாளரை மணந்தார்.

ஆல்ட்டோவுக்குக் கிடைத்த ஆணைகள் 1950 ஆம் ஆண்டிற்குப் பின், எண்ணிக்கையில் அதிகரித்ததால் அவருடைய புகழ் மேலும் பரவியது. 1958 இல் பிரெமனில் (Bremen) உருவாக்கிய உயரமான பல அடுக்குக் கட்டிடமும், 1966 இல் பொலோனாவில் (Bologna) கட்டிய ஒரு மாதாக்கோயிலும் (church), 1970 இல் இரானில் (Iran) அமைந்த கலை அருங்காட்சியகமும் (art museum) ஆல்ட்டோவின் உயரிய படைப்புக்களாகும். ஆல்ட்டோவின் பல செயல்முறைத் திட்டங்கள் கட்டிடங்களுக்கு அமைப்புப் படங்கள் (site plan) வரைவதே ஆகும். ஒதநீமி, ஜிவாஸ்கைலா (Jyvaskyla) ஆகிய இரு கல்லூரிகளுக்கு முக்கியமான அமைவுப் படங்கள் (master-plan) வரைவதே இவரது செயல்முறைத் திட்டங்களில் ஒன்றாகும். அமைவுப்படம் வரைவதில் ஆல்ட்டோவின் திறமை முன்னாளில் சுனிலா செல்லுலோஸ் தொழிற்சாலையை (Sunila cellulose factory) வடிவமைக்கத் தொடங்கியபோதே தோன்றி வளர்ந்து வந்ததாகும்.

ஆல்ட்டோவின் முதிர்ச்சியடைந்த கலைப் பாணியை விளக்கும் ஒரே வேலை சேநாட்சலோ (Saynatsalo) ஆகும். இது சிவப்புச் சேங்கல், மரம், செம்பு (copper) ஆகிய மரபுவழிப் பொருட்களாலான (traditional materials) எளிமையான அமைப்பு கொண்டுள்ளது. இதைப் பார்க்கும்போது முழுமையான கட்டிடம் ஒன்றைக் காணும் உணர்ச்சி ஒருவருக்கு ஏற்படுகிறது.

கேம்பிரிட்ஜில் உள்ள மசாசூசெட் தொழில் நுட்ப நிறுவனத்தில் கட்டிடக் கலையியல் துறையில் 1945 முதல் 1949 வரை ஆல்ட்டோ பேராசிரியராகப் பணிபுரிந்து வந்தார். அப்போது இவர் இரண்டு கட்டிடங்களை வடிவமைத்தார். அவற்றில் ஒன்று ஓரிகானில் (Oregan) உள்ள மவுண்ட் ஏஞ்சல் அபே (Mount Angel Abbey) என்னும் நூலகமாகும். மற்றொன்று சார்லஸ் நதிக்கரையில் உள்ள பேக்கர் ஹவுஸ் கூடம் (Baker House Dormitary) என்னும் கட்டிடமாகும். பேக்கர் ஹவுஸ் முருடான சிவப்புச் செங்கல்லாலான (rough red brick) ஆறு அடுக்குகள் கொண்ட பாம்பு போல் வளைந்த வடிவமைப்புடையது. இதில் உள்ள ஒவ்வொரு விடுதி முற்றமும் (dormitary room) பார்வைக்கு ஆற்றிலிருந்து சற்று மேலாகவோ, கீழாகவோ ஆப்பு வடிவ அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. பேக்கர் ஹவுசைப் போலவே மவுண்ட் ஏஞ்சல் அபெ நூலகமும் (Mount Angel Abbey Library) ஆல்ட்டோவின் சூழலைச் சார்ந்து கட்டிடக்கலையை வடிவமைக்கும் திறமைக்கு எடுத்துக்காட்டாகத் திகழ்கிறது. இது கல்லூரியாகவும், கருத்தரங்கக் கட்டிடமாகவும் இயங்கியது. இது கீழ்நோக்கிச் சரிந்த பல மட்டம் கொண்ட தரையுடன் அமைந்துள்ளது.

இதில் புத்தக அலமாரிகள் ஆரவரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆல்ட்டோ பல முறை தம் தகுதிக்காகப் பல நிறுவனங்களால் பாராட்டப் பட்டார். இவர் தொடகக காலத்தில் இங்கிலாந்து கல்விக்கழகத்தின் (England Academy) உறுப்பினராக இருந்தார். மேலும், 1963 முதல் 1968 ஆம் ஆண்டு வரை அக்கழகத்தின் தலைவராக இருந்தார். 1928 ஆம் ஆண்டு முதல் 1956 ஆம் ஆண்டு வரை அனைத்துலகப் புதுக்கட்டிடக்கலைக் கழகத்தின் (Congress Internationale D' Architecture) உறுப்பினராக

இருந்தார். 1957 ஆம் ஆண்டில் ராயல் கட்டிடக் கலை நிறுவனம் (Royal Institute of Architecture) இவருக்குக் கட்டிடக் கலையியலில் உயர்நிலைத் தங்கப் பதக்கம் வழங்கியது. 1963ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்கக் கட்டிடக்கலைக் கழகம் இவருக்குத் தங்கப்பதக்கம் வழங்கியது. 1976 ஆம் ஆண்டு மேத் திங்கள் பதினோராம் நாள் ஹெலின்ஸ்கி (Helinski) என்னுமிடத்தில் இவர் காலமானார்.

பணி மதிப்பீடு. ஆல்ட்டோ அமைவுப் படங்களை வரையும்போது முக்கோணங்கள் டி (T), சதுரங்கள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தாமல் தம் விருப்பம் போல் அமைவுப் படங்களை வரைந்தார். அதனால் தாம் கருதியபடிப் புதுப்புது உருவ அமைப்புகளைப் புனையவும், பல்வேறு கோண அமைப்புகளை உரு வாக்கவும் அவரால் முடிந்தது.

ஆல்ட்டோ ஆல்வார் தமது கட்டிடக் கலைப் பணியின் நடைமுறை பற்றிய கோட்பாட்டு நூலே தும் எழுதவில்லை. இவரது கட்டிடக்கலை பல மாற் றங்களுடனும் உயிர்த் துடிப்புடனும் இலங்கியது. அவற்றில் ஒரேதன்மை வாய்ந்த உருப்படிமங்க ளையோ வறட்டுத் தன்மையையோ காணமுடியாது. இவரது படைப்புகள் வளர்ந்துவரும் பின்லாந்தை யும் அந்நாட்டு மக்கள் உணர்வையும் கவிதை இயல் போடு வெளியிடும் தொடக்கநிலைக் காட்சியாக அமைந்தன. ஃபெர்னாண்டு (Fernand), லீகர் (Leger), ஜீன் ஆர்ப் (Jean Arp), கான்ஸ்டான்ட்டின் பிராங் குசி (Constantin Brancusi) ஆகிய கலைஞர்களின் நட்பு இவரது வளைகோட்டுக் கலைப் பாணியை ஊக்குவித்திருக்கவேண்டும். இவரது படைப்புகள் முற்றிலும் புதியன அல்ல. எனினும் மாற்றமில்லாப் பழமையின் சுவடேதும் அவற்றில் படியவில்லை. இவரது பிற்காலப் படைப்புகள் உந்தல் மிக்கவை; சிக்கலானவை. மூலைவிட்டச் சரிவு, கொத்துக் கொத் தாய் மேற்படிந்த உருவங்கள் ஆகியன இவரது இறு திப் படைப்பின் சிகரங்களாயின.

உலோ. செ.
இரா. ச.

ஆல்ட்ரோவாண்டி, யுலிசி

மறுமலர்ச்சிக் (renaissance) காலத்தைச் சார்ந்த இயற்கையியல் வல்லுநரும் (naturalist), மருத்துவரு மான ஆல்ட்ரோவாண்டி யுலிசி (Aldrovandi, ulisse) இத்தாலி நாட்டில் உள்ள போலோனா (Bologna) நகரத்தைச் சார்ந்தவர். 1522 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர்த் திங்கள் 11 ஆம் நாள் பிறந்து, 1605 ஆம் ஆண்டு மேத் திங்கள் 4 ஆம் நாள் காலமா னார். விலங்குகள், தாவரங்கள், கனிமங்கள் (minerals) ஆகியவற்றை ஆராய்ந்து வகைப்படுத்திப் பிழை யற்ற குறிப்புகள் எடுத்து வழங்கி அதனால் மிகவும் புகழ் பெற்றவர். சணிதம், இலத்தீன், தத்துவம், சட்டம் ஆகியவற்றையும் படித்தவர். 1545 ஆம் ஆண்டு இத்தாலி நாட்டிலுள்ள பாடுவா (Padua) நகரத்தில் மருத்துவம் கற்று 1533 ஆம்ஆண்டு பட்டம் பெற்றார். பின்னர் இவர் தம்முடைய நாத்திகக் கொள்கைகளுக்காகச் சிறைப்படுத்தப்பட்டு ரோம் நகரத்திற்கு அனுப்பப்பட்டாலும், உயர் குடியைச் சேர்ந்த காரணத்தினால் குற்றத்திலிருந்து விடுவிக்கப் பட்டார். இவர் 1561 ஆம் ஆண்டு போலோனா பல்கலைக் கழகத்தில் இயற்கையியல் பேராசிரியராக அமர்த்தப்பட்டார். போலோனா நகரத்தில் ஒரு தோட்டத்தை ஏற்படுத்தி அதன் பாதுகாவலராகப் பணிபுரிந்தார். இவர் மருந்துகளின் பலன்களையும் அவற்றின் உட்பொருள்களையும் விவரித்து ஒரு நூலை 'Antidotarii Bononiensis Epitome' என்ற பெய ரில் 1574 ஆம் ஆண்டில வெளியிட்டார். பின்னர் வெளி வந்த நூல்களுக்கு இவர் எழுதிய நூல் முன் னோடியாக அமைந்தது. அக்கால முறைப்படி பல உயிரினங்களை இவர் கட்டைகளில் செதுக்கினார். இவருக்குப் போப் கிரிகரி (Pope Gregory XIII) இயற் கையியல் பற்றிய பலநூல்கள் வெளியிடுவதற்குஉதவி யளித்தார். இவர் கோழிக்குஞ்சின் அன்றாட வளர்ச்சி மாற்றங்களைக் குறித்து விரிவாக எழுதியிருக்கிறார். நில இயல் (geology) என்ற கலைச் சொல்லை அத் துறைக்கு முதன் முதலாக 1603 ஆம் ஆண்டு புகுத் தினார். போலோனா நகரத்தில் உயிரியல் கண்காட் சியகம் ஒன்றை உருவாக்கினார். இப்பொழுதும் இது இயங்கி வருவது குறிப்பிடத்தக்கது. இதிலுள்ள உயி ரினங்களை எல்லாம் தம்முடைய வகைப்பாட்டி யியல் கோட்பாட்டின்படி அமைத்தார். இவர் நினை வாக ஒரு பூச்சி உண்ணிச் செடியின் பேரினத்திற்கு ஆல்ட்ரோவாண்டா (Aldrovanda) என்று பெயரிடப் பட்டிருப்பதிலிருந்து இயற்கையியலில் இவர் பெற்றி ருந்த புகழ் விளங்கும்.

எ. கோ.

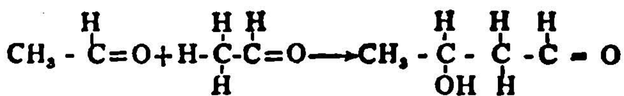
நூலோதி

Arber, A., Hernals, Cambridge University Press, London, 1912.

ஆல்டால் குறுக்க வினை

இரண்டு ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோன் போன்ற கார்பனைல் சேர்ம மூலக்கூறுகள், அமிலம் அல்லது காரத்தின் முன்னிலையில் வினைபுரிந்து பீட்டா-ஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடு (β-hydroxy aldehyde) அல்லது பீட்டா ஹைட்ராக்சி கீட்டோனைத் (β-hyroxy ketone) தருகின்றன. இவ்வினைப் பொருளுக்கு ஆல்டால் (aldol) என்ற பொதுப்பெயர் உண்டு. எனவே இவ்வித வினைகளுக்கு ஆல்டால குறுக்க

வினைகள் (aldol condensation reactions) என்று பெயர்.



அசெட்டால்டிஹைடு 3-ஹைட்ராக்சி பியூட்டனால் (ஆல்டால்)

புரொப்பியோனால்டிஹைடு (propionaldehyde) இவ்வினைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால் 3-ஹைட்ராக்சி 2- மெத்தில் பென்டனால் கிடைக்கிறது. அசெட்டோன் இவ்வினைபுரிந்து டைஅசெட்டோன் ஆல்கஹாலைக் கொடுக்கிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் பீட்டா-ஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடு அல்லது பீட்டா ஹைட்ராக்சி கீட்டோன்களிலிருந்து நீரின் மூலக்கூறு பிரிந்து வெளியேறுவதால் குரோட்டனால்டிஹைடு (crotonaldehyde) போன்ற இரட்டைப் பிணைப்புள்ள அடைபடாச் சேர்மங்கள் (unsaturated compounds) கிடைக்கின்றன.

ஆல்டால் குறுக்க வினை நடக்க வேண்டுமென்றால் ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோனில் ஆல்ஃபா ஹைட்ரஜன் அணு (α-hydrogen atom) இருக்க வேண்டும். Ar CHO, $(CH_3)_3$ C-CHO, ArCOAr, $ArCOCR_3$ போன்ற பொது வாய்பாடுகளைக் கொண்ட சேர்மங்களில் ஆல்ஃபா-ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கிடையா. எனவே இவை ஆல்டால் குறுக்கு வினைக்கு உட்படுவதில்லை.

இவ்வினைகளில் ஆல்டிஹைடு அல்லதுகீட்டோன்களில் உள்ள கார்போனைல் தொகுதி (carbonyl group) இரு வகைகளில் செயல்படுகிறது. கூட்டு வினை ஏற்பட வழி செய்ய அடைபடாப் பிணைப்பைக் கொடுப்பதுடன், ஆல்ஃபா ஹைட்ரஜனையும் அமிலத்தன்மை உடையதாகச் செய்து கரிமஎதிரயனி (carbanion) உண்டாக வழி செய்கிறது.

புதுக் கரிமச்சேர்மங்களைத் தயாரிக்கும் தொகுப்பு முறைகளில் (synthetic methods) ஆல்டால் குறுக்க வினை பயன்படுகிறது. இவ்வினைகளில் கிடைக்கும் ஆல்டாலை நீர் அகற்றி, கிடைக்கும் ஆல்ஃபா, பீட்டா அடைபடா ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோன்களை வினையூக்க ஹைட்ரஜனேற்றத்திற்கு உட்படுத்தினால் கார்போனைல் தொகுதியிலும் கரி-கரி இரட்டைப் பிணைப்பிலும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணைந்து n - பியூட்டனால் போன்ற சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன.

இரு மாறுபட்ட கார்போனைல் சேர்மங்களிடையே நிகழும் ஆல்டால குறுக்க வினையால் நான்கு விதமான விளைபொருள்கள் கிடைக்க வாய்ப்புண்டு. ஒலிஃபீன்களையும் (olefines) சேர்த்து எட்டு வித விளைபொருள்கள் கிடைக்கும். ஏதேனும் ஓர் ஆல்டிஹைடு மூலக்கூறில் ஆல்ஃபா ஹைட்ரஜன் இல்லாவிட்டால் இரண்டு ஆல்டால்கள் மட்டுமே கிடைக்கும். இந்தக் குறுக்கீட்டு ஆல்டால் வினைகளுக்குப் பொதுவாக, கிளைசன் ஷ்மிட் (Claisen-Schmidt) வினை என்று பெயர்.

பி. எஸ். எம். கண்ணன்

நூலோதி

Finar I.L., Organic Chemistry, Vol I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

ஆல்டிரின், எட்வின் யூகின்

விண்வெளிக்கலப்புறச் செயல்பாடுகளில் வல்ல இவர் நிலவில் நடந்தவருள் இரண்டாமவர். 1930 ஆம் ஆண்டு ஜனவரித் திங்கள் 20 ஆம் நாளன்று அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் உள்ள மான்கிளேர் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார்.



ஆல்டிரின்

நியூயார்க்கில் உள்ள அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டுப் படைக் கல்விக் கழகத்தில் (War Academy), 1951 இல் பட்டம் பெற்றார். பிறகு வான்படை வலவர் ஆனார். இவர் கொரியாவில் 66 அதிரடிப் படையெடுப்புகளை நிகழ்த்தினார். மேற்கு ஜெர்மனியில் பணிபுரிந்தார். 1963 இல் கேம்பிரிட்ஜ் நகரில் உள்ள மசாசூசட் தொழில் நுட்பக் கழகத்தில் முனைவர் (Ph. D.,) பட்டம் பெற வட்டணை இயக்கவியல் (Orbital dynamics) பற்றிய ஆய்வுரையை எழுதினார். அடுத்த ஆண்டே இவர் விண்வெளி வீரராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்.

1966ஆம ஆண்டு நவம்பர்த் திங்கள் 11ஆம் நாளன்று ஜேம்ஸ் ஏ. லோவலுடன் ஜெமினி-12 இன் நான்கு நாள் விண்வெளிப் பயணத்தில் கலந்து கொண்டார். இவர் 5½ மணி நேரம் விண்வெளியில் நடந்து, வெற்றிடத்தில் மனிதன் திறம்படச் செயல்பட முடியும் என்பதை நிறுவினார். ஆல்டிரின், நீல்

ஆல்டென் ஆர்ம்ஸ்டிராங்க், மைக்கேல் காலின்சுன் ஆகியோர்களால் ஓட்டப்பட்ட அப்பொல்லோ-11 *1969* ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் 16 ஆம் நாளன்று விண்ணில் ஏவப்பட்டது. நான்கு நாள் கழித்து ஆர்ம்ஸ்டிராங்கும் ஆல்டிரினும் நிலவில் உள்ள மேர் டிராங்குவிலிட்டீசுக்கு அருகில் இறங்கினர். நிலவின் மேற்பரப்பில் இரண்டு மணிநேரம் இருந்தனர். அப்போது கல் மாதிரிகளையும் ஒளிப்படங்களையும் எடுத்தனர்; மேலும் சோதனைகள் செய்ய அறிவியல் கருவிகளை நிறுவியபின்னர், காலின்சுடன் கூட்டளைக் கலத்தில் இணைந்தனர். ஜூலை 24 ஆம் நாளில் பசிபிக் பெருங்கடலில் பாதுகாப்பாக இறங்கி பயணத்தை முடித்தனர்.

1971 ஆம் ஆண்டு ஆல்டிரின் தேசிய வான் துறை, விண்வெளித்துறை நிறுவனத்திலிருந்து ஓய்வு பெற்றதும் எட்வர்ட்சு நகர வான்படையக வான், விண்வெளி ஆராய்ச்சி வலவர்ப் பள்ளியின் கட்டளை வலவர் (Commandant) ஆனார். *1972* ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்கள் வணிகம் தொடங்க வான் படையிலிருந்து விலகினார். "புவிக்குத் திரும்பினோம்" என்ற வாழ்க்கைக் குறிப்பு நூலை எழுதியுள்ளார்.

உலோ. செ.

ஆல்டிஹைடுகள்

R.CHO என்ற பொதுவான அமைப்புக் குறியீட்டைக் கொண்ட சேர்மங்கள் ஆல்டிஹைடுகள் (aldehydes) என்று வழங்கப்படுகின்றன. ஃபார்மால்டிஹைடு, ஆல்டிஹைடு வரிசையில் முதலாவது ஆகும். R- என்பது ஹைட்ரோகார்பன் உறுப்புக்களாகவோ, பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன் தொகுதிகளைக் கொண்டவையாகவோ இருக்கலாம். ஆல்டிஹைடுகளுக்கும் கீட்டோன்களுக்கும் நிரம்ப ஒற்றுமையுண்டு. ஏனெனில் இரண்டிலும் கார்போனைல் தொகுதி (>C=O) இருக்கின்றது. கீட்டோன்களில் கார்போனைல் தொகுதி இரண்டு அல்க்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகளுடன் இணைந்திருக்கிறது. ஆல்டிஹைடுகளின் அதிக வேதிவினைபுரியும் தன்மையால் இவை ரெசின், கரைப்பான், சாயங்கள், மருந்துகள், ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு முக்கியமான இடைநிலைப்பொருளாக (intermediate) உள்ளன. சிலசிறப்பான ஆல்டிஹைடுகளின் பெயர்களும், வாய்பாடுகளும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இயல்புகள். அறைவெப்பநிலையில் ஃபார்மால்டிஹைடு ஒரு நிறமற்ற வளிமம். தொழில் முறையில் இதனை 37 விழுக்காட்டு நீர்ம நிலையிலோ, இதன் பலபடியான பாராஃபார்மால்டிஹைடாகவோ $(CH_2O)_n$ பயன்படுத்துகிறார்கள். குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட மற்ற ஆல்டிஹைடுகள் நீர்மமாகவும், பொதுவாக எரிச்சல் ஊட்டக்கூடிய நெடி கொண்டவையாகவும் உள்ளன. அடைபடா ஆல்டிஹைடுகளான (unsaturated aldehydes) அக்ரோலீனும், குரோட்டானால்டிஹைடும் கண்ணுக்கு மிகுந்த எரிச்சலூட்டிக் கண்ணீர் வரவழைக்கும் தன்மை கொண்டவை.

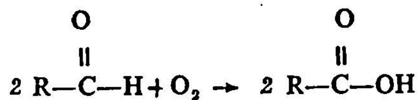
வேதிப்பண்புகள்

ஆக்சிஜனேற்றம். ஆல்டிஹைடுகள் காற்று, ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன், பெராக்சைடு, நைட்ரிக் ஆக்சைடு, பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டு முதலிய பல

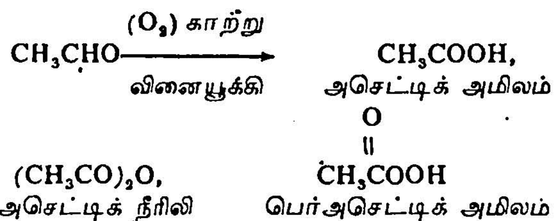
அட்டவணை. ஆல்டிஹைடுகளின் பெயர்களும் அட்டவணைகளும்

எண்	சேர்மம்	வாய்பாடு	கொதிநிலை °C
1.	ஃபார்மால்டிஹைடு	$HCHO$	-19°C
2.	அசெட்டால்டிஹைடு	CH_3CHO	20.2°C
3.	அசெட்டால்	$CH_3CHOHCH_2CHO$	103-104°C
4.	புரொப்பியோனால்டிஹைடு	C_2H_5CHO	48.8°C
5.	n-பியூட்டிரால்டிஹைடு	$CH_3(CH_2)_2$ CHO	75.7°C
6.	ஐசோபியூட்டிரால்டிஹைடு	$(CH_3)_2CHCHO$	65°C
7.	அக்ரோலின்	$CH_2CH=CHCHO$	52.7°C
8.	குரோட்டானால்டிஹைடு	$CH_3CH=CHCHO$	102°C
9.	குளோரால்	CCl_3CHO	97.7°C
10.	குளோரால் ஹைட்ரேட்டு	CCl_3 $CH(OH)_3$	97.5°C
11.	பென்சால்டிஹைடு	C_6H_5CHO	170°C
12.	சின்னமால்டிஹைடு	$C_6H_5CH=CH$-CHO	248°C

ஆக்சிஜனேற்றப் பொருள்களுடன் இணைந்து கார் பாக்சிலிக் அமிலங்களாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடை கின்றன.



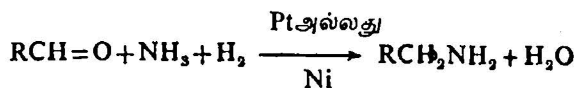
வினையூக்கியின் முன்னிலையில் அசெட்டால் டிஹைடை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து வினை நடைபெறும் சூழ்நிலை மாற்றத்திற்கேற்ப (கீழே வினையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவாறு) அசெட்டிக் அமிலம், அசெட்டிக் நீரிலி, பெர்அசெட்டிக் அமிலம் (peracetic acid) ஆகியவை தொழில் முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.



ஆக்சிஜன் இறக்க வினை. ஆல்டிஹைடுகள் எளி தில் ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்து பிளாட்டினம் அல்லது நிக்கல் வினையூக்கியின் முன்னிலையில் ஓரி ணைய ஆல்கஹாலாக ஆக்சிஜன் இறக்கமடை கின்றது. ஆய்வுக் கூடத்தில் இவ்வினை அலுமினியம் ஐசோபுரொப்பாக்சைடு அல்லது லித்தியம் அலுமினி யம் ஹைட்ரைடு ($LiAlH_4$), சோடியம் போரோ ஹைட்ரைடு ($NaBH_4$) ஆகிய ஆக்சிஜன் இறக்கி களைக் கொண்டு நடைபெறுகிறது.

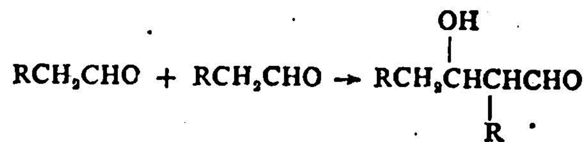


ஆல்டிஹைடுகள் ஹைட்ரஜனுடன் அம்மோனியா அல்லது வினையூக்கியின் முன்னிலையில் இணைந்து அமீன்களைக் கொடுக்கின்றன. இம்முறை தொழில் முறையில் அமீன்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

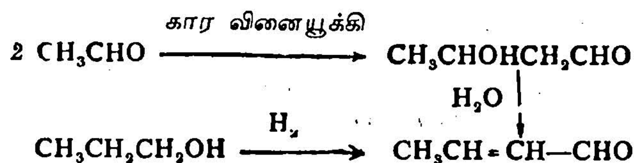


இவ்வினைக்கு ஆக்சிஜன் இறக்க அமினேற்றம் (reductive amination) என்று பெயர்.

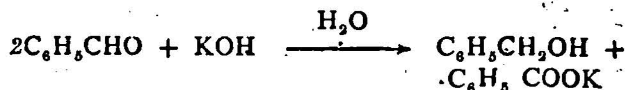
ஆல்டால் குறுக்கவினை. இரண்டு ஆல்டிஹைடு களின் மூலக்கூறுகள் அமில, கார அமீன் வினை யூக்கியின் முன்னிலையில் வினைபுரிந்து ஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடைக் (hydroxy aldehyde) கொடுக் கின்றன. கார்போனைல தொகுதியை அடுத்து இருக் கும் கரிம அணுவில் (∝ ஹைட்ரஜன் அணு) குறைந்த அளவு ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு இருந்தால் மட்டுமே இவ்வினை நடைபெற முடியும்.



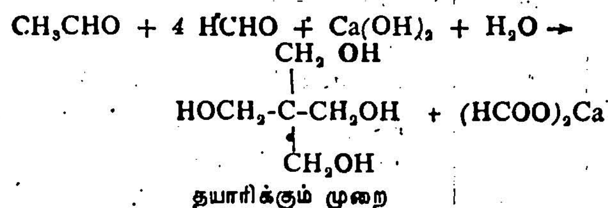
ஆல்டால்கள் எளிதில் நீர்நீக்கம் (dehydrated) அடைந்து அடைபடா ஆல்டிஹைடுகளைக் கொடுக் கின்றன. இவற்றை ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினைக்குட் படுத்தும்போது அடைபட்ட (saturated) ஓரிணைய ஆல்கஹால் உண்டாகிறது. தொழில் முறையில் குரோட்டடோனால்டிஹைடு அல்லது 1-பியூட்டா னாலை அசெட்டால்டிஹைடிலிருந்து பெறுவதற்கு இம்முறை உதவுகிறது.



கன்னிசாரோ வினை (Cannizaro reaction). ∝ கார்பனைல் தொகுதியைக் கொண்டுள்ள கரிம அணுவை அடுத்துள்ள கரிம அணுவில் ஹைட்ரஜனே இல்லாத ஆல்டிஹைடுகளை அடர் காரத்துடன் வினைபுரியச் செய்யும்போது ஹைட்ரஜன் இல்லாத கரிம அணு ஆக்சிஜனேற்ற இறக்க வினைகளுக்குட் பட்டு ஆல்கஹால் மூலக் கூறையும், கார்பாக்சிலிக் அமில உப்பின் மூலக்கூறையும் கொடுக்கிறது.



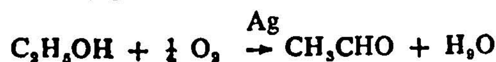
அசெட்டால்டிஹைடும் ஃபார்மால்டிஹைடும் கால் சியம் ஹைட்ராக்சைடு முன்னிலையில் ஆல்டால் குறுக்க வினைபுரிந்து பின்னர்க் குறுக்கிட்ட கன்னி சாரோ வினைக்குட்பட்டுப் (crossed cannizaro reaction) பென்டாஎரித்ரிட்டால் (pentaerythritol) என்ற தொழில் முறையில் பயன்படும் சேர்மத்தைக் கொடுக்கின்றன.



தயாரிக்கும் முறை

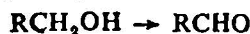
ஓரிணைய ஆல்கஹாலை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்தல். எத்தனாலையும் (ethanol), ஆக்சிஜனையும் நீராவியையும் கலந்து அக்கலவையை 480°C வெப்ப நிலையில் வெள்ளிக் கம்பிவலையின் (silver gauze) வழியாகச் செலுத்தும்போது 85 முதல் 90 விழுக்காடு அசெட்டால்டிஹைடு கிடைக்கிறது. இம்முறை

தொழில் முறையில் அசெட்டால்டிஹைடு தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.



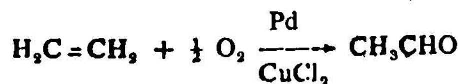
$$C_2H_5OH + \frac{1}{2} O_2 \xrightarrow{Ag} CH_3CHO + H_2O$$

ஆய்வுக்கூடத்தில் குரோமிக் அமிலம் அல்லது மாங்கனீஸ் டைஆக்சைடை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தி ஓரிணைய ஆல்கஹாலை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் இது பெறப்படுகிறது.



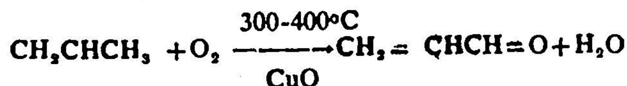
$$RCH_2OH \rightarrow RCHO$$

அல்க்கீனை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வது. எத்திலீன், பல்லேடியம்--கியூப்பரிக் குளோரைடை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தி வாக்கர் முறையில் (Wacker Process) ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் அசெட்டால்டிஹைடு கிடைக்கிறது.



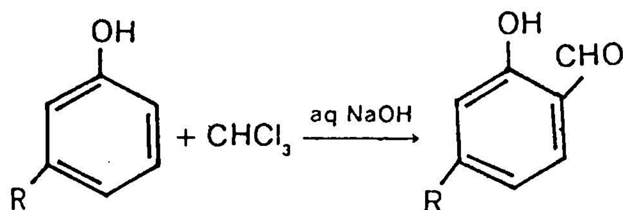
$$H_2C=CH_2 + \frac{1}{2} O_2 \xrightarrow[CuCl_2]{Pd} CH_3CHO$$

தொழில்முறையில் அக்ரோலீன் 350°C வெப்பநிலையில் செம்பு ஆக்சைடு வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் தயாரிக்கப்படுகிறது.



$$CH_2CHCH_3 + O_2 \xrightarrow[CuO]{300\text{-}400^\circ C} CH_2=CHCH=O + H_2O$$

ரைமர்-டீமன் தொகுப்பு (Reimer - Tiemann-Synthesis). ஃபீனாலுடன் குளோரோஃபார்மை இணைத்து அடர் காரத்துடன் (strong alkali) வினைப் படுத்தும்பொழுது சாலிசைல் ஆல்டிஹைடு கிடைக்கின்றது.



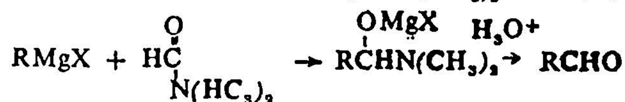
ஃபினைல்கள்

O **ஹைட்ராக்சி பென்சால்டிஹைடு**
(சாலிசைல் ஆல்டிஹைடு)

கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளுடன் நடக்கும் வினையின் மூலம். அல்க்கைல மக்னீசியம் ஹாலைடுகளுடன் (கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்) எத்தில் ஆர்த்தோஃபார்மேட் (ethyl orthoformate) அல்லது டை எத்தில் ஃபார்மேட்டைச் (diethyl formate) சேர்த்து வினைக்குட்படுத்துவதால் ஆல்டிஹைடுகள் கிடைக்கின்றன.

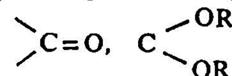


$$RMgX + HC(OCH_2CH_3)_3 \rightarrow RCH(OCH_2CH_3)_2 \rightarrow RCHO$$



$$RMgX + HC(=O)N(CH_3)_2 \rightarrow RCH(OMgX)N(CH_3)_2 \xrightarrow{H_3O^+} RCHO$$

அசெட்டால், ஹெமி அசெட்டால். உலர்ந்த (ஈரமற்ற) அமிலங்களின் (dry acid) உதவிகொண்டு ஆல்கஹால், ஆல்டிஹைடுகளில் உள்ள கார்போனைல் தொகுப்புடன் சேர்ந்து அசெட்டால் (acetal) என்ற கூட்டு விளைவுப்பொருளைக் கொடுக்கிறது. அதாவது



$$>C=O, \quad >C<^{OR}_{OR}$$

ஆக மாறுகிறது. இவ்வினை சமநிலை வினையாகும். இது ஒரு வேதி நிலையில் ஆல்டிஹைடு தொகுப்பை வினைப்பொருளிடமிருந்து பாதுகாக்கிறது.

ஒரு மூலக்கூறு ஆல்கஹால் ஒரு மூலக்கூறு ஆல்டிஹைடுடன் சேர்ந்து ஹெமி அசெட்டால் என்ற கூட்டு விளைபொருளைக் கொடுக்கிறது. அசெட்டால், ஹெமி அசெட்டாலைவிட அதிக நிலைப்புத் தன்மை உடையது.

குறுக்கவினைகள். ஹைட்ராக்சில் அமீன், ஃபினைல் ஹைட்ரசீன் ஆகியவை ஆல்டிஹைடுடன் சேர்ந்து முறையே ஆல்டாக்சைம் என்ற விளைபொருளையும், ஃபினைல் ஹைட்ரசோன் என்ற விளை பொருளையும் கொடுக்கின்றன.

குளோரால் தயாரிப்பு. டி.டி.ட்டி (D.D.T) தயாரிப்பில் குளோரால் ஒரு முக்கிய இடைநிலைப் பொருளாக இருக்கிறது. இது நீரற்ற எத்தனாலைக் குளோரினேற்றம் செய்வதால் பெறப்படுகிறது.



$$2\ CH_3CH_2OH + 8Cl_2 \rightarrow 2Cl_3CCHO + 10\ HCl$$

பென்சாயின் குறுக்கம். பென்சால்டிஹைடைப் பொட்டாசியம் சயனைடு கரைசலுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சும் பொழுது பென்சாயின் உண்டாகிறது. இதைப் பென்சாயின் குறுக்கம் (benzoin condensation) என்கிறோம்.

ஆய்வுச் சோதனைகள். ஆல்டிஹைடுகள் அம்மோனியாவில் கரைந்த சில்வர் நைட்ரேட்டை (டோலன் வினைப்பொருள் (Tollen's reagent) ஒடுக்கி, வெள்ளியாக மாற்றுகின்றன. அவ்வாறே ஃபெலிங் கரைசலையும் (Fehling's reagent) ஒடுக்கிக் குப்ரஸ் ஆக்சைடைக் கொடுக்கின்றன. இவ்வினைகள் ஆல்டிஹைடுகளைக் கண்டறியும் ஆய்வுகளாகும். கீட்டோன்கள் இவ்வாறு வினைப்படுவதில்லை. ஆல்டிஹைடுகள் ஷிஃப் வினைப்பொருளுடன் (Schiff's reagent) கலந்து சிவப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன. (இது ஆல்டிஹைடுகளைக் கண்டறியும் ஒரு சோதனை). கீட்டோன்கள் ஷிஃப் வினைப் பொருளுடன் வினைப்படுவதில்லை.

பயன்கள். ஆல்டிஹைடுகள் கரைப்பான்களாகவும், பலபடிவுகளாகவும், வாசனைப் பொருள்களாகவும், இடைநிலைப் பொருள்களாகவும் தொழில் துறையில் பயன்படுகின்றன. உடலியல் வினைகளிலும் (physiological proess) ஆல்டிஹைடுகள் பங்கேற்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ரெட்டினால் எனப்படும் விட்டமின் 'ஏ' கண்பார்வை நன்றாகத் தெரிவதற்கு உதவுகிறது. பிரிடாக்சால் பாஸ்ஃபேட் (pyridoxal phosphate) விட்டமின் B_6யின் ஒரு வகையாகவும் விளங்குகிறது. ஃபார்மால்டிஹைடு, ஃபார்மோலினாக (formalin, 40% நீரிய ஃபார்மால்டிஹைடு கரைசல்) புரோட்டின் நிறைந்த பொருள்கள் கெட்டுப்போகாமல் பாதுகாக்கும் பொருளாகப் (preservative) பயன்படுகிறது. பாரால்டிஹைடு மருத்துவத்தில் அமைதியூட்டியாகப் (sedative) பயன்படுகிறது. குளோரால் டி.டி.ட்டி (DDT) தயாரிக்கவும் பென்சால்டிஹைடு, வேனிலின் (vanillin) முதலியவை வாசனைப் பொருள்களாகவும் பயன்படுகின்றன.

எஸ்.பி. சீனிவாசன்

நூலோதி

Finar I.L., Organic Chemistry, Vol I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

ஆல்டிஹைடு பதனிடுதல்

ஆல்டிஹைடுகள் (aldehydes) பல ஆண்டுக் காலமாகப் பதனிடு பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. நடைமுறையில் மற்ற பொருள்களோடு சேர்த்தே இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1898 ஆம் ஆண்டு பேயினி (Payeni) என்பவரும் புல்மன் (Pullman) என்பவரும் ஃபார்மாலிடிஹைடைப் பதனிடு பொருளாகப் பயன்படுத்தும் முறை குறித்துப் பதிவுரிமம் (patent) பெற்றார்கள். அதன் பிறகு பல ஆய்வாளர்கள் இவற்றின் செயல் குறித்தும் ஆய்வு நடாத்தியுள்ளார்கள். பல்வேறுபட்ட ஆல்டிஹைடுகளின் தன்மை பற்றியும் அவற்றைப் பதனிடு பொருளாகப் பயன்படுத்த இயலுமா என்பது பற்றியும் அப்படிப் பதனிடுவதால் பெறப்படும் சிறப்புத் தன்மைகள் பற்றியும் விரிவாக ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் பலனாக ஆல்டிஹைடுகளைக் கொண்டு பதனிடும் முறைகள் பல கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலான ஆய்வுகளின் முடிவுகள் இவற்றை மற்றைய பதனிடு பொருளோடு இணைத்துக் கூட்டாகப் பதனிடப் பயன்படுத்தலாம் என்று அறிவிக்கின்றன. இவற்றில் மிகவும் சிறியது ஃபார்மாலிடிஹைடு (formaldehyde) ஆகும்.

ஃபார்மாலிடிஹைடு பல ஆண்டுக்காலமாகப் பதனிடு பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நடைமுறையில் மற்றைய பொருள்களோடு சேர்த்தே இதுவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஃபார்மாலிடிஹைடு 40 விழுக்காடு உள்ள கரைசல் ஃபார்மலின் (formalin) என்றும் ஃபார்மோல் (formol) என்றும் அழைக்கப்படும். இதற்குக் கிருமிகளைக் கொல்லும் திறன் அதிகமாக உண்டு. தோல் உற்பத்தியின்போது பல்வேறுபட்ட நிகழ்ச்சிகளில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்குத் தோலினைப் பதனிடும் தன்மை உண்டு. பதனிடு செயலும் விரைவாக நடைபெறும். நீர்மத்தின் பி. எச். அளவு அதிகமாக இருந்தால், பதனிடு செயல் அதிகமாக நடைபெறும். பி. எச். அளவு சுமார் 7-ஆக இருந்தால் பதனிடுதல் நல்லமுறையில் நடைபெறும். இதைக் கொண்டு பதனிடுவதால், தோலின் சுருங்கும் வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 32°C அளவு உயரும்.

பெரும்பாலும் உலோகப் பதனிடு பொருள்களான குரோமியம் (chromium), அலுமினியம் (aluminium) முதலியவற்றோடு முன்பதனிடு பொருளாகவோ, பின்பதனிடு பொருளாகவோ இது பயன்படுத்தப்படும். பதனிட்ட தாவரத் தோலைப் பின் பதனிடவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. விரைவு முறைப்படிப் பட்டைப் பதனிடும் தோல்களைப் ஃபார்மாலிடிஹைடு கொண்டு முன்பதனிட்டால் குறைந்த பயன்தரும் என்று கூறப்படுகிறது. ஃபார்மாலிடிஹைடு குறைந்த அளவே தோலின் எடையைவிட அதிகரிக்கும்.

ஃபார்மாலிடிஹைடு கொண்டு பதனிடும் பொழுது நீர்மத்தில் செறிவு, பி.எச். அளவு, பதனிடும் கால அளவு முதலியன கவனிக்கப்பட வேண்டியவையாகும்.

குளுட்டரால்டிஹைடு (gluteraldehyde). அண்மைக்கால ஆய்வுகளின் பலனாக இதனைப் பதனிடு பொருளாகப் பயன்படுத்த இயலும் என்று அறியப்பட்டுள்ளது. இது மிகவும் சிறந்த பதனிடு பொருளாகும். இதனைக் கொண்டு பதனிட்டால் கருமையான மஞ்சள் நிறமுடைய தோல்கள் கிடைக்கும்.

குரோமியப் பதனிட்ட தோல்களையும் தாவரப் பதனிட்ட தோல்களையும் மீண்டும் பதனிட இதைப் பயன்படுத்தலாம். இந்தத் தோல்கள் வேதியியல் பொருள்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்தத் தோல்கள் அதிகமான வியர்வைக் காப்பு உடையவையாகவும், கழுவும் தன்மையுடையனவாகவும் இருக்கின்றன.

குரோமியப் பதனிட்ட தோல்களை மீண்டும் பதனிட இதனைப் பயன்படுத்தலாம். அப்படிப் பதனிட்ட தோல்கள் என்றும் சிறந்த தன்மைகள் உடையனவையாக இருக்கின்றன என்று அமெரிக்காவில் செய்த ஆய்வுகள் மூலம் அறிந்துள்ளனர்.

கோட்பாடு. இவை புரதப் பொருளுடன் வேதி

யியல் முறையில் செயல்பட்டு இணைகின்றன. புரதப் பொருளில் உள்ள விடுபட்ட அமைனோ பிரிவுகளு டன் இவை செயல்படும்.

செய்முறை. தோல்களைத் தகுந்த முறையில் பத னிடாவிடில், தோல்களைச் சேமித்து வைக்கும் போது அவை நொறுங்கிவிடும்; எளிதில் முறியத் தக்கவையாக இருக்கும். நீர்மத்தில் பி.எச். அளவு சுமார் 7-ஆக இருக்கும் போது பதனிட்டால் நல்ல தோல் கிடைக்கும். பி.எச். அளவு 9-க்கு மேல் போனால், இலை நார்கள் பருத்துவிடும். இந்த நிலையில் பதனிட்டால் தோல்கள் கடினமாகவும் உடையும் தன்மை உடையவையாகவும் இருக்கும். பி.எச். அளவு மிகவும் குறைவாக இருந்தால் தோல் கள் பதனிடப்படாமல் இருக்கும். பதனிடும்பொழுது உப்புகளைப் பயன்படுத்தினால் அவை தோல்களைப் பருக்காமல் இருக்க உதவி புரியும்.

பொதுவாக நடைமுறையில் பேட்டு செய்த தோல்களைப் பி.எச்.அளவு சுமார் 7.0 உள்ள ஃபார் மாலிடிஹைடு நீர்மத்தில் இரவு முழுவதும் நனைத்து வைத்துப் பதனிட வேண்டும். பிறகு இவற்றை நீர்த்த சோடியம் கார்பனேட்டு (sodium carbonate) நீர்மத்தைக் கொண்டு கழுவி, எண்ணெய்க் குழம்பு ஊட்ட வேண்டும்.

முடித்தோல்கள் தயாரிக்கவும் தோல் காகிதங் கள் அல்லது பதுமைத் தோல்கள் (parchment leathers) தயாரிக்கவும் இதனைப் பயன்படுத்த இயலும்.

தற்காலத்தில் ஃபார்மாலிடிஹைடு அல்லது குளுட்டரால்டிஹைடு முதலியவற்றைப் பயன்படுத் திப் பதனிடப்படும் முறைகள், ஆல்டிஹைடு தோலில் உள்ள புரதப் பொருளுடன் இணையும் தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு செய்யப்படுவனவாகும். இவை மென்மையான தோல்களைத் தரும்.

பழ.முத்தையா

நூலோதி

முத்தையா, பழ., தோல் பதனிடும் முறைகள் பற்றிய அறிவியலும் தொழில் நுணுக்கமும், தமிழ்நாட் டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1978.

ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைபாடு

ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் (aldosterone) உடலுக்கு. இன்றியமையாத தாதுப்பொருள்களைச் சமநிலையில் வைத்துக் கொள்ள உதவும் ஒரு முக்கியமான ஹார் மோனாகும் (hormone). மினரலோகார்ட்டிகாய்டு (mineralocorticoid) வகையைச் சார்ந்த ஆல்டோஸ்ட் டீரோன், சோடியம் தாதுவைத் தக்க வைப்பதில் கார்ட்டிசாலைவிட (cortisol) ஆயிரம் மடங்கும், 11-டீஸ்ஆக்சிகார்ட்டிசோனை (11-desoxycortisone) விட 35மடங்கும் ஆற்றல் மிக்கது. உடலில் தினமும் மொத் தம் சுரப்பது 50முதல் 250 மைக்ரோகிராம் ஆகும். நமது உடலில் உள்ள இரத்தமட்ட ஆல்டோஸ்ட்டீ ரோன் அளவு 5-115 நா.கி/டெ.லி. (ng/dl) ஆகும். மொத்தச் சுரப்பில் 75% கல்லீரலில் அழிக்கப்பட்டு விடுகிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோனை உடலில் செலுத் தியபின், உடலில் உள்ள உயிரணுவின் வெளிநீர் (extracellular fluid) அளவும் இரத்த ஓட்டமும் மிக, அதனால் சிறுநீர்ச் சுரப்பு அதிகமாகிறது. இரத்த அழுத்தமும் அதிகரிக்கின்றது.

ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் அண்ணீரகப் புறணியால் சுரக்கப்படுகிறது. இச்சுரப்பியின் அளவு உடலின் தேவைக்கு ஏற்ப அதிகரிக்கும் அல்லது குறையும் பந்துருவத் தந்துகிகளை அடுத்த பகுதியில் (Juxta glomerul apparatus) சிறுநீரக (kidney) இரத்த அழுத் தம் குறைந்துவிடுகிறது. அதனால் ஜக்ஸ்ட்டா குளோ மருலர் உயிரணுக்கள் அதிக அளவில் ரெனினை (renin) வெளியேற்றுகின்றன. ரெனின் ஆஞ்சியோ டென்சினில் (Angiotensin) வேலை செய்து ஆஞ்சி யோடென்சின் I ஐ உண்டாக்குகிறது. இந்த ஆஞ்சி யோடென்சின் I,II ஆக மாறி அட்ரினல் சுரப்பியில் உள்ள ஜோனோ குளோமருலோசாவில் வேலை செய்து ஆல்டோஸ்ட்டீரோனை வெளியேற்றுகிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் சிறுநீரக நுண் குழாய்களில் (renal tubules) வேலை செய்து சோடியத்தை உட் சேர்க்கவும், பொட்டாசியத்தை வெளியே தள்ளவும் செய்கின்றது. அதனால் இரத்த அழுத்தம் சரியாகி ரெனின் சுரப்பது குறைகிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைதலில் குளுகோகார்ட்டிகாய்டும், மினரலோ கார்ட்டிகாய்டும் சேர்ந்தே குறைந்து இருக்கும்.

நோய் அறிகுறிகள். பசியின்மை, குமட்டல், களைப்பு, சோர்வு, வாய், வயிறு, கை, கால் ஆகிய உடலுறுப்புகள் கருநிறமடைதல், உடல் மெலிதல், குறைந்த இரத்த அழுத்தம், வயிற்றுவலி, அதிக உப்பு உண்ணுதல், வயிற்றுளைச்சல், மயக்கம் ஆகி யவை இந்நோயின் அறிகுறிகளாகும்.

திடீரென்று உண்டாகும் அண்ணீரகக் குறைபாடு. அறுவை சிகிச்சைக்குப் பிறகோ, நுண்ணுயிரிகளால் ஏற்படும் சேதத்திற்குப் பிறகோ அண்ணீரகக் குறை பாடு ஏற்படலாம். பசியின்மை, வாந்தி, வயிற்றுவலி, காய்ச்சல், மயக்கம், குறைந்த இரத்த அழுத்தம் முதலியவை இதன்அறிகுறிகளாகும். ஆல்டோஸ்ட்டீ ரோன் மட்டும் தனித்துக் குறைந்து காணப் படுதல் அரிது. காணப்படும் நோய்க்கூறுகள், ரெனின் மிகக் குறைந்து சுரத்தல், பிறவியிலேயே ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் சுரத்தல் இயலாது போதல், அறுவை சிகிச்சையில் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் சுரக்கும் பகுதிகளை எடுத்துவிடுதல், மூளையில் முன் டெக்டல் (pretectal) பகுதியில் நோய், நீண்ட காலம் ஹெப்

பாரின் (heparin) மருந்து செலுத்துதல், எழுந்து நிற்கும்போது இரத்த அழுத்தம் குறைந்து இருத்தல் (Orthostatic hypotension) முதலியனவாகும்.

அறிகுறிகள். உப்பைக் குறைவாக உட்கொள்ளும் போது ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் சுரப்பு அதிகரிக்க வேண்டும். இத்தகு நோய் நிலைகளில் சுரப்பு, கூடி வருவதில்லை. இரத்தத்தில் பொட்டாசியம் கூடி இருக்கும் பொதுவாக 5 மில்லி சமமான எடைக்கு (5mEq) இருப்பதைவிட அதிகமாக இருக்கும். சிறு நீரில் சோடியம் அதிகமாக வெளியேறிக் கொண்டே இருக்கும்.

சிறப்பான நுணுக்கங்கள். ரெனின் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைந்து வாலிபப் பருவத்திய சிறுநீரக நோயோடு சர்க்கரை நீரிழிவு நோய் கூடி (renal failure + diadetes mellitus) உடலில் அமிலச் சத்து (metabolic acidosis) தென்படும்போது ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைபடுவதைக் காணலாம். ரெனின் குறைவு ஏன் ஏற்படுகிறது என்று தெளிவாகக் கூற இயலாது. அநேகமாக சிறுநீரகக் கோளாறினால் இருக்கலாம். ஒரு சிலருக்கு அண்ணீரகப் புறணியின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் தென்படும் குறைபாட்டால (biosynthetic defect) ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறை படலாம்.

மருத்துவம். ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைபாட்டை மருந்து மூலம்தான் சரிசெய்ய இயலும். 9-புளூரோ கார்ட்டிசோன் (9- pleurocortisone) 1-2 மி.கி. தினமும் மாத்திரையாகச் சாப்பிட வேண்டும். ரெனின் குறைவு உள்ளவர்களும், ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைவு உள்ளவர்களும் உப்பு அதிகமான அளவு உட்கொள்ள வேண்டும்; டி ஆக்சி கார்ட்டிகோஸ்ட்டீரோன் அசட்டேட்டு (desoxy corticostrone acetate) 2.5 மி.லி. ஊசி மூலம் உடலுள் செலுத்தப்பட வேண்டும்.

அ. துரைராஜ்

நூலோதி

1. ததாரினோவ், வி., மனித உடற்கூறு இயலும், உடல் இயங்கு இயலும், மீர் பதிப்பகம், மாஸ்கோ, 1980.
2. Romanes, G.J., Gunningham's Text Bock of Anatomy, Oxford University Press, New York, 1981.

ஆல்டோட்ஸ்டீரோன் மிகை

அண்ணீரகச் சுரப்பிகளிலிருந்து (adrenals) ஒரு புதிய ஹார்மோன் 1954 ஆம் ஆண்டு, சிம்சன் (Simson) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த அண்ணீரக ஹார்மோன், மிகவும் ஆற்றலுடன் உடலின் திசுக்களுடைய மின்பகுளி (Electrolyte) விகிதத்தை மாற்றும் ஆற்றல் கொண்டமையால், எலெக்ட்டிரோ கார்ட்டின் (electrocortin) என்றும் பிறகு ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் என்றும் அழைக்கப் படுகிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்பினால் (hyperaldosteronism) உண்டாகும் இரத்த அழுத்த மிகைப்பு (hypertension), பொட்டாசியம் கழிவு (potassium wastage), அண்ணீரகக் கட்டி (adenoma of adrenals) முதலியவற்றை 1955ஆம் ஆண்டு கான் (Conn) விரிவாக ஆய்ந்து அறிந்ததால் அதைக் கான்நோய்த் தொகுதி (Conn syndrome) என்றும் கூறுவர்.

உடலியங்கியல். ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் சுரக்கக் கூடிய அண்ணீரகத் திசுக்களின் ஆற்றலை உடல் தேவைக்கேற்றவாறு கண்காணிப்பவை ரெனின் ஆஞ்ஜியோடென்சின் (cenin angiotensin system), பொட்டாசியம் அளவு (potassium content) ஹார்மோன்கள் (ACTH) பரிவு நரம்பு அளவு இயக்கம் ஆகியவை. இரத்த ஓட்டம் மூலம் உடலெங்கும் பரவும் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன், இதுவரை கண்டு பிடிக்கப் பட்டவைகளிலேயே ஆற்றல் மிக்க கனிம ஹார்மோனாகும் (mineralo corticoid). ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் சிறுநீரக நுண் குழாய்களிலிருந்து (renal tubules), சோடியம் அயனிகளை உறிஞ்சவும் பொட்டாசியம் அயனிகளை வெளியேற்றவும் செய்கிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்பு ஏற்படுவதால், உடலில் சோடியம் தாது மிகுந்து, பொட்டாசியம் குறைந்துவிடுகிறது. உடலின் தண்ணீர் விகிதம் மிகுவதுடன், வளர்சிதை மாற்றக் காரமிகுந்தன்மை (metabolic alkalosis) ஏற்படுகிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் உடலின் வியர்வைத் துளிகள், உமிழ்நீர், இரைப்பை நீர் போன்றவற்றின் சோடியம் அளவைக் குறைத்து, பொட்டாசியம் அளவினை அதிகரித்துவிடுகிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்பினால் இரத்த அழுத்த அதிகரிப்பு அல்லது உடல்நீர் சேர்வினால் வீக்கம் (oedema) உண்டாகின்றது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோனின் விளைவு, கார்டிசால் (cortisol), கார்ட்டிகோஸ்ட்டீரோன் (corticosterone), புரோஜெஸ்ட்டீரோன் (progesterone), பிராடிகினின் (bradikinin) முதலிய மற்ற ஹார்மோன்களுடன் சேர்ந்து திசுக்களின் சக்திகளை ஊக்குவிப்பதே.

முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை. அண்ணீரகப் புறணியின் மாறுபட்ட இயக்கத்தால் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்பு ஏற்படின், அது முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீ ரோனிஸம் (primary hyperaldosteronism). என்று அழைக்கப்படும், இந்த நோயின் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்புக்குரிய காரணங்கள்: ஒரு அண்ணீரகக் கட்டி 80%; இருபக்க அண்ணீரகச் சுரப்பியின் பெரு வளர்ச்சி (bilateral adrenal hyper plasia) அண்ணீரகப் புற்றுநோய் (carcinoma); பிட்யூட்டரி (ACTH) அதிசுரப்பால் விளையும் அதி

அண்ணீரக வளர்ச்சி முதலியன. கடந்த முப்பது ஆண்டுகளின் ஆராய்ச்சியால் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை இரத்த அழுத்த நோயில் முக்கிய பங்கு (20-30%) வகிக்கக்கூடும் என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. உரிய மருந்துகள் அல்லது அறுவை சிகிச்சை முறைகளால், ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை குணப்படுத்தப்படின், இரத்த அழுத்த நோயும் மறைந்து விடும் அல்லது குறைந்துவிடும்.

நோயின் அறிகுறிகள். ஆரோக்கியமான உடல் நிலை உள்ளவர்கள் 100mg சோடியம் கலந்து உணவு உட்கொண்டு வரும் நிலையில், உடலில் நாளொன்றுக்கு 50 முதல் 200 மைக்ரோக்ராம் (microgram) வரை ஆல்டேஸ்ட்டீரோன் சுரந்து வருகிறது. இரத்த ஓட்டத்தில் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் 5 முதல் 15 நானோ கிராம் (nanogram) 100 மி. லி. அளவு காணப்படும். ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகையினால் ஏற்படும் நோய்க் குறிகளில் இரத்த அழுத்த மிகைப்பு, பொட்டாசியம் குறைவு, ஆல்கலோஸிஸ் (hypolalemic alkalosis), உடல் தளர்ச்சி, சிறுநீர்ப்போக்கு (polyuria). முறை நரப்பிசிவு (tetany), கைகால் மதமதப்பு முதலியன முக்கியமானவை. இவற்றோடு அதிசோர்வு இதய நிறுத்தம் (cardiac failure), நாடித்துடிப்பு மாறு பாடு (arrhythmias), தசைகளில் அயர்ச்சி (muscle weakness), சிறுநீர் வடிப்புகள் (diuretics), ஒவ்வாமை முதலியனவும் காணப்படும். தீங்கிழைக்கும் உக்கிர அதிஇரத்த அழுத்த நோய் (malignant hypertension) போன்றவை முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகையினால் உண்டாவதில்லை.

பரிசோதனைகள். இரத்தப் பரிசோதனையில், இரத்தத்தில் பொட்டாசியம் தாது குறைந்து, சோடியம் கார அமில நிலை (pH), பைகார்பனேட்டு மிகுந்து இருக்கும். சிறுநீரின் ஒப்படர்த்தி (specific gravity) குறைந்து காணப்படும். நோய்வாய்ப்பட்டவரின் இரத்தப் பொட்டாசியம் 3.0 mEq/லி. அளவிற்குக் குறைந்து அதேசமயம் சிறுநீர்ப் பொட்டாசியம் 30.0 mEq/24 மணிகள் அளவிற்கு மிகுந்து காணப்பட்டாலோ, உமிழ்நீரின் சோடியம்/பொட்டாசியம் விகிதம் 0.25க்குக் கீழே இருந்தாலோ அது முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை என்று சந்தேகப்பட்டு நிரூபித்துவிட முயல வேண்டும். புரத நீரிழிவு (proteinuria), பாக்ட்டீரியா நீரிழிவு (bacteriuria) முதலியன அதிகரித்துச் சிறுநீரகச் சீழ் அழற்சி (pyelonephritis) ஏற்பட்டுவிடும். இரத்தச்சர்க்கரை அளவு மிகுந்து, இரண்டாம் நிலை நீரிழிவு நோய் தோன்றும். இரத்த ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் அளவு மிகுந்து, ரெனின் அளவு குறைந்து விடும் (plasma renin activity-l ng/ml/ மணி). இந்தச் சிறப்பு ஹார்மோன் அளவுகளின் போது, உணவின் சோடியம் அளவையும் (150 mEq/24 மணிகள்) பொட்டாசியம் அளவையும் கட்டுப்படுத்திச் சிறுநீர் வடிப்பி மருந்துகளை நிறுத்திவிடவும் வேண்டும். சிறந்தபரி சோதனைக் கூடங்களில், உடல் சோடியம் அளவினை அதிகரித்தோ (200 mEq உணவு) அல்லது குறைத்தோ (10 mEq உணவு) உண்டாகும் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் அளவு வேறுபாடுகளைக் கொண்டும், முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் அளவு வேறுபாடுகளைக்கொண்டும், முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகையினை உறுதி செய்து கொள்ளலாம். அண்ணீரகச் சுரப்பி கட்டியா அல்லது இருபக்கப்பெருவளர்ச்சியா என்று அறிந்துகொள்ள, டோமோகிராம் (Tomogram), அணு அலகிடு (CT scan), ஐசோடோப் அலகிடு (isotope scan) அட்ரீனல் சுரப்பி நாளங்களின் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் அளவு (percutaneous adrenal vein cannulation) போன்ற ஆய்வுகள் உதவுகின்றன. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை ஒரு கட்டியால் உண்டாகியிருந்தால்; தகுந்த சிகிச்சை மூலம் இரத்த அழுத்த நோய் முழுதும் குணம் (80%) அடைய முடியும். இருபக்கப் பெருவளர்ச்சியால் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை ஏற்பட்டு இருந்தால், அறுவை சிகிச்சை முறையால் இரத்த அழுத்த நோயை நிரந்தரமாகக் குணமடையச் செய்ய முடியாது. இதனால் ஒவ்வொரு நோயாளியினுடைய அண்ணீரகச் சுரப்பிகளின் இயக்கம். வசதிக்கேற்றவாறு தீவிரமாக ஆராயப்பட்டபின்பே, சிகிச்சை முறை மேற்கொள்ளப்படும்.

முதற்படியாக, ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகையை, மற்ற கோளாறுகளிலிருந்து பிரித்து அறிய வேண்டும். அவற்றில் முக்கியமானவை பொட்டாசியம் கழிவு ஏற்படுத்தும் மருந்துகள், சிறுநீர் போக்குவிப்பன, மலம் இளக்கிகள், உட்கொள்ளும் கருத்தடை மாத்திரைகள், தீவிரப்பட்ட இரத்த அழுத்த நோய், சிறுநீரக நோய்கள் (medullary cystic disease), ரெனின் சுரக்கும் கட்டிகள், பார்டரின் நோய்த் தொகுதி (bartter's syndrome) (இது பந்துருவத் தந்துகிகளையடுத்த உயிரணுக்களின் (juxta glomerular cells) அதிவளர்ச்சியால் விளைவது) அண்ணீரகச் சுரப்பி இயக்கக் கோளாறுகள் முதலியன.

சிகிச்சை முறைகள். முதற்படி ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்பு நோயைக் குணப்படுத்த உணவின் சோடியம் அளவைக் குறைத்து விடவேண்டும் (10 mEq/day). பொட்டாசியம் தாது மிகுந்த கனிகளை ஒதுக்கிவிட வேண்டும். ஸ்பைரானோலாக்டோன் (Spironolactone) மருந்து, ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் விளைவுகளை முறியடிக்கும் வல்லமை பெற்றது. நாளொன்றுக்கு 300மி.கி. அல்லது 400மி.கி. ஸ்பைரானோலாக்டோன் கொடுத்து வந்தால், அதிகப்பட்ட இரத்த அழுத்தம் குறைந்து, உடல் பொட்டாசியம் இழிவும் நீக்கப்பட்டு,4 அல்லது 5 வாரங்களில் நோய்க் குறிகள் நீங்கும். அண்ணீரகச் சுரப்பிகளின் இருபக்க பெருவளர்ச்சி கார்ட்டிகோட்ரோஃபின் சார்பாக (ACTH dependant) இருப்பின், கார்டிஸால் (gluco-

corticoids) மருந்து பயனளிக்கும். அட்ரினல் சுரப்பிக் கட்டி தீவிரப் பரிசோதனையில் வெளிப்பட்டால், தகுந்த அண்ணீரக அறுவை சிகிச்சையால் கட்டியை உடலிலிருந்து அகற்றிவிடலாம். இத்தகைய அண்ணீரகக் கட்டிகள் மிகச் சிறிய அளவுடையன (2 cm.size). அதனால் அண்ணீரகச் சுரப்பிக்குள் புதைந்து கிடக்கும் இக்கட்டிகள் நிதானமாக அறுவை சிகிச்சையின் போது ஆராய்ந்து/அகற்றப்படவேண்டும். இந்த அறுவை சிகிச்சைக்குப் பிறகு ஏற்படும் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைவைத் தக்க அளவு சோடியம் தாதுவினால் மட்டுப்படுத்த முடியும். இரத்த அழுத்தநோய் மிகை தொடர்ந்து இருந்தால் தகுந்த குறைக்கும் மருந்துகளை அளித்து சில மாதங்களில் இரத்த அழுத்த நோயையும் குறைத்து விடுதல் நல்லது.

பிற ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைகள். ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் - ரெனின் இயக்கங்கள் மாறுபடுவதால், பல்வேறு நோய்கள் வெளிப்படும். இயல்பான இரத்த அழுத்த மிகை (Essential hypertension) நோய்வாய்ப்பட்டவர்களில், 30% பேருக்கு ரெனின் அளவு குறைந்திருக்கும் (low reninhypertension). சிறுநீரகக் கோளாறுகளாலும் ரெனின் மிகுந்து ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகைப்பு ஏற்பட்டு இரத்த அதி அழுத்த நிலை (high renin-hypertenrion) உண்டாகும். உடல்நீர்ச் சேர்வு வீக்கம் ஏற்படுவதிலும், ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் விளைவுகளிலிருந்து தப்பிக்கும் நுட்பம் (escape mechanism) உடலில் ஏற்படாவிட்டால், உடல்நீர் அதிகரித்து, தாழ்வான உடற்பகுதிகளில் நீர்ச்சேர்வு வீக்கம் ஏற்படுகிறது. இதய இயக்கத் தளர்ச்சி (congestive cardiac failures), சிறுநீரகச் சிறு குழல் உயிரணுக்கள் பழுதடையும் மாறுபாடு (nephrosis), கல்லீரல் அரிப்பு நோய்கள், (cirrhosis of liver), கருக்கால நச்சேற்றம் (Toxemia of pregnancy) ஆகிய நோய்கள் இரண்டாம் நிலை ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகையை (secondary aldosteronism) ஏற்படுத்திவிடுகின்றன. இச்சமயங்களிலும் ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் குறைக்கும் மருந்துகளால், உடல்நீர்ச் சேர்வு வீக்கத்தைக் குறைத்து விடலாம்.

வே. கண்ணன்

நூலோதி

1. Guyton, Arthur C., Text Book of Medical Physiology, VIth Edition, W.B. Saunders Company, London, 1981.

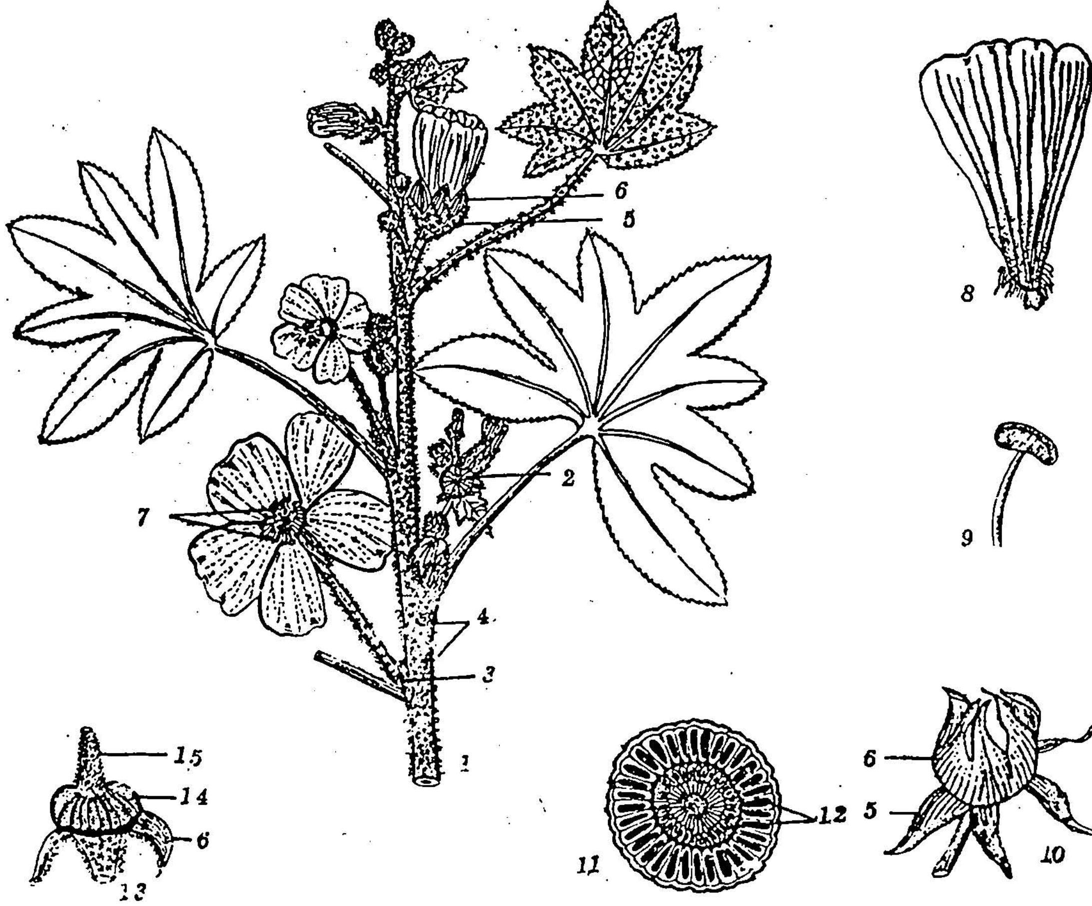
2. Brobeck, Jhon R., Best & Taylor's Physiological Basis of Medical Practice, Williams & Wilkins, Baltimore, 1981.

ஆல்த்தியா ரோசியா

ஹாலிஹாக் (Hollyhock) என்ற ஆங்கிலப் பெயருடைய தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படும் ஒருவகை எழில்செடிகளுக்குத் தாவரவியலில் **ஆல்த்தியா ரோசியா** *Althaeo rosea Cav.*) என்று பெயர். இதன் தாயகம் சீனா என்று கருதப்படுகிறது. இது அல்லி இணையா இருவிதையிலைக் குடும்பமாகிய மால்வேசியைச் (malvaceae) சார்ந்தது. ஆல்த்தியா பேரினத்தில் ஏறக்குறைய 15 சிற்றினங்களுள்ளன. இவை பெரும்பாலும் மிதவெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் பேரளவில் பரவியிருந்தாலும் இரு சிற்றினங்கள் மட்டும் இந்தியாவைத் தாயகமாகக் கொண்டுள்ளன.

சிறப்புப் பண்புகள். இது 1 முதல் 3 மீ. உயரம்வரை வளரக்கூடிய செடி. இது இருபருவச் செடி (*biennial*) என்று கூறப்பட்ட போதிலும் உண்மையில் இன்னும் குறுகிய காலம் வரை வாழும் செடியாகும். இலைகள் ஏறத்தாழ வட்ட வடிவிலோ இதய வடிவிலோ இருக்கின்றன; மாற்றிலை அடுக்க அமைவு கொண்டவை. தண்டும் இலைகளும் கேசங்களைப் பெற்றுச் சொரசொரப்பாக இருக்கும். மலர்கள் ரெசிம் (raceme) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கின்றன; இவை பெரியவை; வெவ்வேறு அழகிய வண்ணங்களுடையவை; ஆரச்சமச்சீரானவை; பூச்சிகளின் புல்லி வட்டத்திற்கு வெளியே புறப்புல்லி வட்டம் ஒன்று உள்ளது. இது 6 முதல் 9 புறப்புல்லி இதழ்களாலானது. அவை அடிப்பகுதியில் மட்டும் இணைந்திருக்கும். புல்லிவட்டம், அல்லிவட்டம் ஒவ்வொன்றிலும் முறையே ஐந்து இதழ்களடங்கியிருக்கின்றன. குட்டையான எண்ணற்ற மகரந்தத்தாள்கள் ஒற்றைக்கற்றையாக (*monadelphous*) ஒரு குழல் போன்ற அமைப்பில் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்றன. மகரந்தப்பை ஓர் அறை கொண்டது, சிறு நீரக வடிவானது. சூற்பை, பல சூலக இலைகளாலான, பல அறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வொன்றிலும் பல சூல்கள் அச்சுச் சூல் அமைவில் அமைந்திருக்கும். கனி உறைக்கனி (capsule) வகையைச் சார்ந்தது.

பயிரிடும் முறை. பூக்களின் எழிலுக்காகவே இது தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றது. சில செடிகளில் ஓர் அல்லிவட்டத்திற்குப் பதிலாக இரு அல்லி வட்டங்களும் காணப்படுவதுண்டு. இச்செடியை விதைகளிலிருந்து வளர்க்கலாம். விதைகளைப் பாத்திகள் அல்லது மண் சட்டிகளில் முளைக்க வைத்துப் பிறகு நாற்றுகளைத் தோட்டத்தில் வரிசையாக நடுவது சாலச் சிறந்தது. நாற்றுகளை எடுக்கும்போது அவற்றின் வேர்கள் ஊறுபடாத வகையில் இருத்தல் வேண்டும். வேரிலிருந்து தோன்றுகின்ற பதியன், களைப் பிரித்து இச் செடிகளை வளர்த்தல் மற்றொரு முறையாகும். சில சூழ்நிலைகளில் **பக்சீனியா மால்வேசியாரம்** (*Puccinia malvacearum*) என்ற பூஞ்சையால் பாதிக்கப்பட்டுச் செடியில் நோய் உண்டா



ஆல்த்தியா ரோசியா

1. மிலார் 2. கனி 3. இலையடிச்சிதல் 4. நட்சத்திரவடிவக் கேசங்கள் 5. புறப் புல்லிவட்டம் 6. புல்லிவட்டம் 7. ஒற்றைக் கற்றை மகரந்தத்தாள்கள் 8. அல்லி இதழ் 9. மகரந்தத்தாள் 10. நிலைத்த புறப்புல்லி வட்டமும் அல்லி வட்டமும் 11. சூற்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 12. சூல்கள் 13. சூலகத்தின் ஒரு பகுதி 14. சூற்பை 15. சூலகத் தண்டின் ஒரு பகுதி.

கின்றது. அப்பொழுது 3 விழுக்காடு காப்பர் சல்ஃபேட்டுக் (copper sulphate) கரைசலை வேருக்கு அளித்து இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

ஆல்த்தியா என்ற பேரினப் பெயர் நோய் தீர்க்கும் என்று பொருள்படுகின்ற கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து தோன்றியது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் சிவப்பு மலர்கனிலிருந்து சிவப்புச் சாயம் கிடைக்கின்றது. விதைகளில் 11.9 விழுக்காடு உலரக்கூடிய எண்ணெய் இருக்கின்றது.

சு. சுந்தரராஜ்

நூலோதி

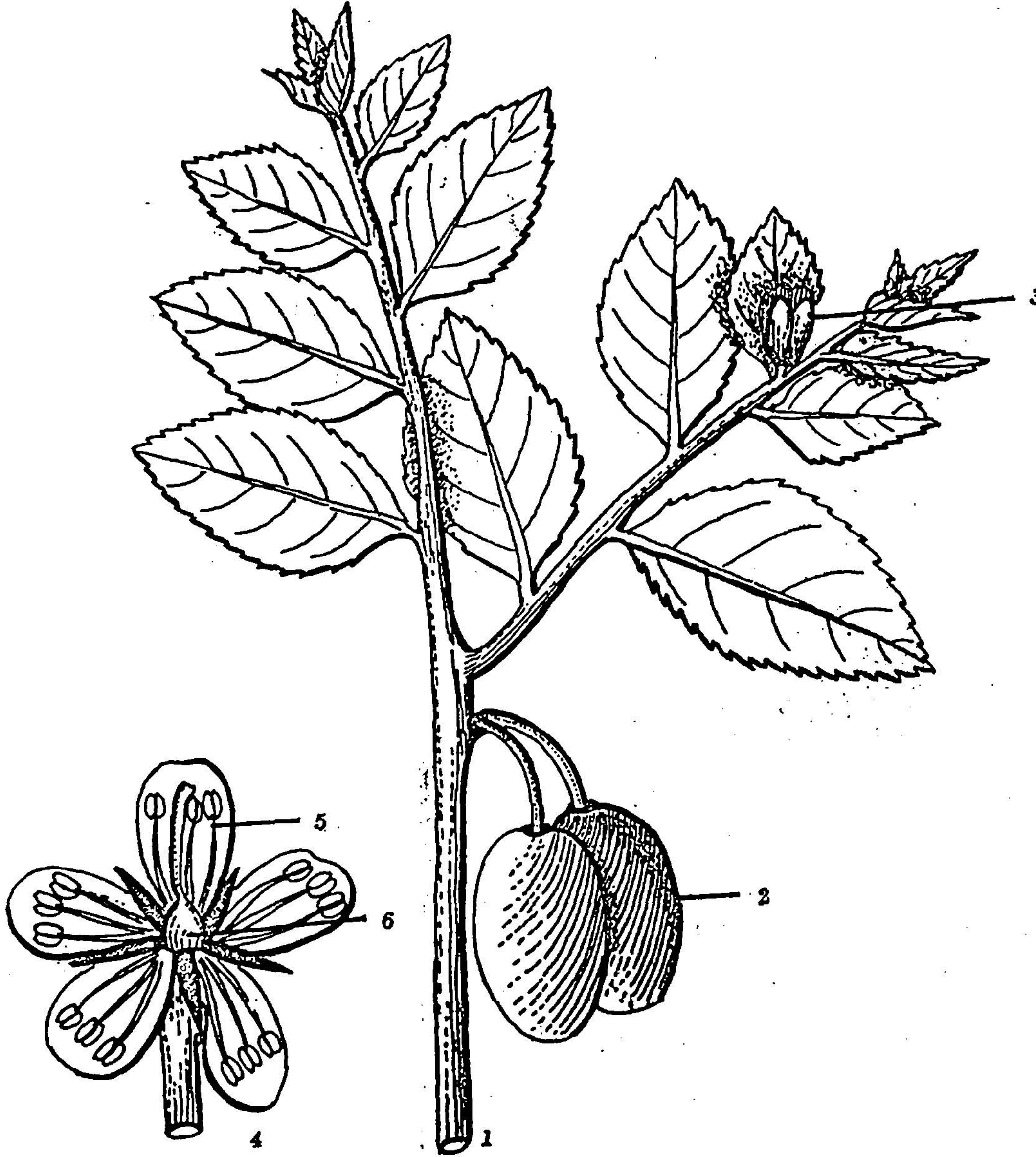
1. Masters, T, Maxwell Hook. F. Fl. Br. Ind. Vol. I, 1874.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆல்பகோடா

ஆல்பகோடா இருவித்திலைப்பிரிவின் அல்லி இணையாக் குடும்பங்களில் ஒன்றாக ரோசேசீயைச் (rosaceae) சார்ந்தது. ஆங்கிலத்தில் பிளம் (plum) என்றும் தமிழில் ஆல்பகோடா என்றும், வேறு இந்திய மொழிகளில் அலுபுக்காரா (alubukkhara), அலுச்சா (alucha) என்றும் ஆல்பகோடா அழைக்கப்படுகின்றது. இதற்குத் தாவரவியலில் புருனஸ் டொமஸ்டிக்கா (*Prunus domestica linn.* = *P. communis Huds*) என்று பெயர். காக்கஸ் (Caucasus) பகுதி இதன் பூர்வீக

பிறப்பிடமாக இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. பிறப்பிடங்களின் அடிப்படையில், இது வெவ்வேறாகப் பாகுபடுத்தப்பட்டுப் பல வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, ஐரோப்பாசிய (Eurasian), கிழக்கத்திய (oriental), ஜப்பான், வட அமெரிக்கா வகைகளைக் கூறலாம். இந்தியாவில் பயிராக்கப்படும் சிற்றினம் ஐரோப்பாசிய அல்லது கிழக்கத்திய பகுதியிலிருந்து வந்ததாகக் கூறப்படுகின்றது. இது மிதவெப்ப மேற்கு இமாலயப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றது. கார்வாலிலிருந்து (Gurhwal) காஷ்மீரம் வரை இயற்கையாகவோ, பயிரிடப்பட்டோ 2,000 முதல் 2,300 மீ. உயரம் வரை நிலவுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது முட்களுடனோ, முட்களின்றியோ வளரக்கூடிய புதர்ச்செடி ஆகும். இதன் இளம் மிலார்கள் நுண்ணிய கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும். இலைகள் தலைகீழ் முட்டை (obovate). முட்டை அல்லது முட்டை வடிவத்தில் ஈட்டிபோன்ற (lanceolate) உருவத்தையும், சிறு பற்கள் போன்ற விளிம்பையும் பெற்றிருக்கும். இவற்றின் நுனி



ஆல்பகோடா

1. மிலார் 2. கனி 3. பூ மொட்டு 4. பூவின் விரிப்புத்தோற்றம் 5. மகரந்தத்தாள் 6. சூல்பை

மழுங்கலாகவோ கூர்மையாகவோ, கூர்முனைவடி வுள்ளதாகவோ (cuspidate) இருக்கும். நரம்பு களின் கீழ்ப்புறம் கேசங்களுடனிருக்கும். இலை மலர்களுண்டான பிறகு தோன்றும், பூக்கள் வெண்மை நிறத்துடன் பெரும்பாலும் கொத்தாகக் காணப்படும். மஞ்சரித்தண்டு தனித்தோ, சோடி யாகவோ இருக்கும். புல்லி வட்டம் தலைகீழ்க் கூம்பு வடிவானது (obconic); கனி கற்கனி (drupe) வகை யைச் சார்ந்தது. இது பசுமை, பொன்னிற மஞ்சள், சிவப்பு, சிவப்புக் கலந்த ஊதா என வெவ்வேறு நிறங்களுடன் கடினமானதாயிருக்கும். உருண்டை யாகவோ முட்டை வடிவத்துடனோ தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். கனியின் உட்பகுதி கெட்டியாக இருப்பதனால், இது கொட்டை அல்லது கல் என்று கூறப்படுகின்றது. இது பெரிய, சமமற்ற பரப்புடன் அல்லது சிறு குழிகளுடன் காணப்படும்.

வளர்முறைகள் (habits). ஆல்பகோடா இலை அளவு, வடிவம், பூக்கும் முறை, கனியின் பண்புகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மிகவும் வேறுபடுகின்ற புதர்ச் செடியாகும்.

பயிரிடும் முறை. இதைப் பயிராக்குவதற்கு வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது. மொட்டு ஒட்டுதல், ஒட்டுதல் ஆகிய முறையில் இது பரப்பப்படுகின்றது. செடிகள் 4.5 முதல் 8.0 மீ. இடைவெளிக்கு ஒன் றாக நடப்படுகின்றன. கோடையில் நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். தொழு எருவும், செயற்கை உரங்களும் நன்கு இட வேண்டும். வெவ்வேறு வகையான பிளம் மரங்கள் வெவ்வேறு வளர்முறைகளில் வளர்வதால், இவற்றிற்கேற்றவாறு அவ்வப்பொழுது நறுக்குதல் முறையினால் இவற்றைச் சீர்படுத்த வேண்டும். பொதுவாகக் கிளைகள் நெருக்கமாக வளர்வதையும ஒன்றோடொன்று பிணைவதையும் நறுக்குதல் மூலம் தவிர்க்க வேண்டும். இவவாறு நறுக்கும் பொழுது ஒவ்வோர் ஆண்டும் 30 முதல் 50 செ.மீ. அளவு வளர்ச்சி ஏற்படும்படிப் பார்த்துக் கொள்வது அவ சியம்.

நோய்கள். சூடோமோனாஸ் (Pseudomonas Sp.) எனும் பாக்டீரியாவின் சிற்றினத்தினால் தாக்கப்படும் பொழுது பிசின் போன்ற நீர்மம் (Gummosis) வெளிப்படுகின்றது. இந்நிலையில் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளைச் சுரண்டி எடுத்துவிட்டுப் போர்டோ கலவையை அதன்மேல் பூசவேண்டும். சில வேளை களில் நச்சுயிர் நோய்கள் ஏற்பட்டு இலைகள் பாதிக் கப்படுகின்றன. வீவில் பூச்சிகள் (Weevil *Amblyrrhinus poricollis*) தளிர்களைத் தாக்குகின்றன. ஒரு வகை வண்டு (Beetle- *Anomola lineatopensis*) இலை களையும், கனிகளையும் இரவில் சென்று உண்கின் றது. வேறு சில வண்டுகளும் தீமை விளைக்கின்றன. இதனால் இலைகள் முழுவதும் உதிர்ந்துவிடுகின்றன. ஈய ஆர்சனேட்டு டி.டி.ட்டி (D.D.T) ஆகியவற் றைத் தெளிப்பதனால் இவற்றைக் கட்டுப்படுத்த லாம்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. பிளம் பழங்கள் சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன. இவற்றை உலர்த்தி, டின்க ளில் சேமித்து வைக்கின்றார்கள். இதன் பழங்களிலி ருந்து பழக்குழைவு (jam) செய்யப்படுகின்றது. கூனூரில் (Coonoor) பயிராக்கப்படுகின்ற ஸ்ப்லெண் டர் (Splendour) என்னும் வகை, கொட்டைகள் நீக்கப்படாமல் அப்படியே உலர்த்தப்பட்டுச் சேமிக் கப்படுகின்றது. இவற்றைப் புரூன்கள் (prunes) என்று அழைக்கின்றனர். புரூன்கள் தயாரிப்பதற்கு மரத்திலேயே கனிந்து, நிலத்தில் விழுந்த பழங்களை மட்டுமே சேகரிக்கின்றார்கள். இவற்றை ஒரு நிமிடம் வரை சூடான காரக் கரைசலில் இட்டுப் பழங்களின் மேலிருக்கும் மெழுகை அகற்றுகின் றார்கள். பிறகு இவற்றை ஊசிப்பலகையின் மேலிட் டுத் தோலின்மேல் கீறல்களை உண்டாக்குகின்றார் கள். பிறகு இவை தட்டுகளில் வைத்து சூரிய வெப்பத்தாலோ செயற்கை வெப்பத்தாலோ உலர்த்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு உலர்த்தப் பட்ட புரூன்கள் மெருகேற்றப் படுகின்றன.

புரூன்கள் பிணிகளைப் போக்கக்கூடிய பொதுத் தன்மையுடையவை.இவை பேதிமருந்தாகப் பயன்படு கின்றன. இவற்றைப் பயன்படுத்தி ஒரு வகைக்கூழும், பானமும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. புரூன்கூழ். ஐஸ்கிரீ மில் கலப்பதற்கும், ரொட்டி செய்வதற்கும் பயன்படு கின்றது. கொட்டைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண் ணெய் பாதாம் எண்ணெய்க்குப் பதிலாகப் பயன்படுத் தப்படுகின்றது.இத்துடன் தாதுஎண்ணெயைக் கலந்து எந்திரங்களுக்கு உயவு எண்ணெயாகப் பயன்படுத்து கின்றனர். மேலும் இந்த எண்ணெய் சமையலுக்கும், உடம்பின்மேல் தடவிக் கொள்வதற்கும், விளக்கு எரிப்பதற்கும் இந்தியாவில் மலைப்பகுதிகளிலுள்ள மக்கள் இதைப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இம் மரத்தின் கட்டை, பெட்டிகள் செய்வதற்கும் கடைசல் வேலைக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

எ.கோ.

நூலோதி

1. Hooker, J.D., Hook F. Fl. Br. Ind., Vol. II 1878.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆல்பர்ட், ஆபிரகாம் அட்ரியன்

ஆபிரகாம் அட்ரியன் ஆல்பர்ட், (Abraham Adrian Albert), என்ற கணித அறிஞர், சிகாகோ (Chicago)

நகரில் 1905 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் மாதம் 9ஆம் நாள் பிறந்தார். அவர் தந்தை ஒரு வணிகராவார்.


ஆல்பர்ட்

சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்தில், கணிதத்தைத் தமது சிறப்புப் பாடமாக எடுத்துப் பயின்றார். 1926 இல் இளநிலைப் பட்டமும், 1927 இல் முது நிலைப்பட்டமும், 1928 இல் முனைவர் பட்டமும் பெற்றார். பிரின்ஸ்ட்டன் (Princeton) பல்கலைக் கழகத்தில் 1928 ஆம் ஆண்டு முதல் ஓராண்டிற்கு தேசிய ஆய்வுக்குழுவின் ஆய்வு உறுப்பினராகவும் (National Research Council Fellowship), பின்னர் கொலம்பியா (Columbia) பல்கலைக் கழகத்தில் 1929 முதல் 1931 வரை கணித ஆசிரியராகவும் இருந்தார். சிகாகோ பல்கலைக் கழகத்தில் 1941ஆம் ஆண்டு முதல் பேராசிரியராகவும். 1958 லிருந்து 1962 வரை கணிதத்துறைத் தலைவராகவும் செயல்பட்டார். அப்போது, 1960 இல் இ.எச்.மூர் தனிச் சிறப்புப் பணிப் பேராசிரியராக (E H.Moore, Distinguished Service Professor) நியமிக்கப்பட்டார். 1962 இல் பல்கலைக் கழக இயற்பொருள் சார்ந்த அறிவியல் துறையின் தலைவராகப் (Dean of the Division of the Physical Sciences) பொறுப்பேற்றார். 1943 ஆம் ஆண்டிலேயே தேசிய அறிவியற் கழக (National Academy of Sciences) உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக் கப்பட்டார்.

இவருடைய ஆய்வுகள் முழுதும் புதுப்பாணியில் அமைந்த இயற் கணிதமாகும். நவீன உயர் இயற் கணிதம் (Modern Higher Algebra), இயற் கணிதங் களின் அமைப்பு முறைகள் (Structures of Algebras), இயற்கணிதக் கோட்பாடுகளின் அறிமுகம் (Introduction in Algebraic theory), கல்லூரி இயற்கணிதம் (College Algebra), திண்மப் பகுமுறை வடிவக் கணிதம் (Solid analytical geometry), உயர் இயற் கணி தத்தின் அடிப்படைக் கருத்துக்கள் (Fundamental concepts of Higher Algebra), முடிவுள்ள வீச்சுத் தளங்களுக்கொரு அறிமுகம் (An introduction to Finite projective planes), குவாட்டெர்னிய இயற் கணிதத்தின் பண்பன் பெருக்கல்கள் (Tensor products of quaternion Algebras), ஆகிய நூல்களை ஆல்பெர்ட் வெளியிட்டுள்ளார்.

இவர் சிகாகோவில் 1972 ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள் 7 ஆம் நாள் இம்மண்ணுலகை விட்டு மறைந்தார்.

ப.க.

ஆல்பர்ட்டைட்டு

இயற்கையில் உள்ள பழுப்பு, கரும்பழுப்பு நிறமான கரிமப் பொருட்கள் எண்ணெய்க் களிப்பாறையுடன் (oil shale) உடனிணைந்த கனிமத்தை ஆல்பர்ட் டைட்டு (albertite) என அழைப்பர். கனடாவில் காணப்படும், ஆல்பர்ட்டுச் சுரங்கத்தில் காணப்படு வதால் இதற்கு இப்பெயர் வந்தது. இத்துடன் ஆஸ் பால்ட்டம் (ashphaltum) என்ற கரிமப் பொருளை ஒப்பிடும்போது இவை டர்ப்பன்டைன் (turpentine) என்ற கரிம எண்ணெயில் சற்றே கரைகின்றன. சூடு செய்யும்போது ஒழுங்கற்ற உருகு நிலையைக் கொண்டுள்ளது.

இயற்பியல் பண்புகள். இது பழுப்பு, கரும்பழுப்பு நிறமுள்ளது, சுடர்மிக்க திண்மையான கட்டி போன்ற மிளிர்வுள்ளது. இதன் கடினத் தன்மை 1 முதல் 2 வரை மாறும். இதன் அடர்த்தி எண் 1.09 ஆகும். கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரையாது. இதன் வேதியியல் உட்கூறில் 79 விழுக்காடு முதல் 89 விழுக் காடு வரை கரியும், 7 விழுக்காடு முதல் 10 விழுக் காடு வரை ஹைடிரஜனும், 1 முதல் 5 விழுக்காடு வரை கந்தகமும், சிறிதளவு ஆக்சிஜனும் கலந் திருக்கும்.

பரவல். கனடாவில், நியு புருன்ஸ்விக்கில் (New Brunswick) உள்ள ஆல்பர்ட்டா சுரங்கப் பகுதிகளில் 5 செ.மீ. முதல் 500 செ.மீ வரையுள்ள தடிப்புகளில் இக் கனிமம் காணப்படுகிறது. மேலும் உட்டா, ஐஸ் லாந்து, பாக்லாந்து, ஜெர்மனி, தாஸ்மானியா மேற்கு ஆப்பிரிக்கா ஆகிய இடங்களில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

வகைப்பாடு. ஆல்பர்ட்டைட்டுக் கனிமம் இயற் பியல் பண்புகளைப் பொறுத்து வேறுபடும் பலவகை யான படிவுகள், பலவகைத் தாய் மூலங்களில் இருந்து பலவேறு வேதி உட்கூறுகளைக் கொண்டு காணப் படுகிறது. இக்கனிமத்தில் குறைந்த அளவு ஆக்சிஜன் காணப்படுவதாலும் மேலும் இவை கரிப்படிவுக்கு அருகில் காணப்படுவதாலும் அவை கரிப் படிவு களிலே உருவானவையல்ல எனத் தெரிகிறது.

பயன்பாடு. நியு புருன்ஸ்விக்கில் பழையகாலம்

தொட்டு இக்கனிமம் அகழ்ந்தெடுக்கப்பட்டு வருகிறது. நேவாஸ்காட்டியாவில் பிட்டுமன் கரியைச் செறிவூட்ட இக்கனிமம் பயன்படுகிறது.ஒளிர்வூட்டும் வளிமம் தயாரிக்க இக்கனிமம் பயன்படுகிறது.

நூலோதி சு.ச.

Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

ஆல்ஃபாக் கதிர்கள்

கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து வெளிவிடப்படும் கதிர்வீச்சுகள் பொதுவாக அதிக ஊடுருவும் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஒளிப்படத் தகடுகளைப் பாதிக்கின்றன. வளிமங்களை அயனியாக்கம் செய்கின்றன. ஒளிர்திரையில் சுடர் ஒளிர்வை உண்டாக்குகின்றன. இக்கதிர்வீச்சில் உள்ள தனிப் 'பண்புகள் வாய்ந்த ஆல்ஃபா(α), பீட்டா(β), காமா(γ), என்னும் மூன்று வகைக் கதிர்களின் ஊடுருவும் திறனைப் பகுத்துணர்ந்து நிறுவியுள்ளார் கியூரி அம்மையார். ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் மிகக் குறைந்த ஊடுருவும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, சில செ.மீ அளவுக் காற்றுத் தடுப்பினாலோ 0.1 மி.மீ தடிப்புள்ள அலுமினியத் தகட்டினாலோ பெரிதும் தடுக்கப்படுகின்றன.

ஒரு காந்தப் புலத்தின் உதவியால் α- கதிர்களை ஒருபுறமும், β-கதிர்களை எதிர்ப்புறமும், γ-கதிர்களை விலகாமல் செல்லும்படியும் செய்து அவற்றைத் தனித்தனியே பிரிக்க இயலும் என்பது கியூரி அம்மையார் மேற்கொண்ட சிறு ஆய்வு மூலம் அறுதியிட்டுக்காட்டப்பட்டது.

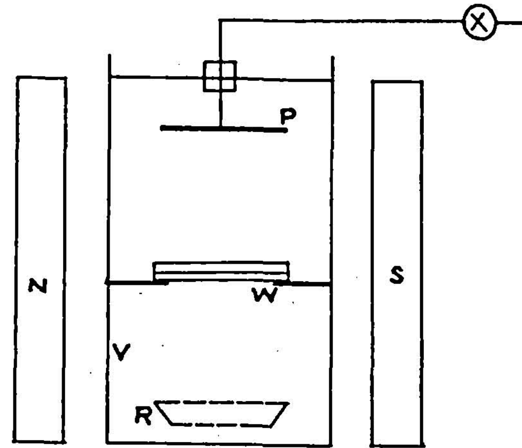
α-கதிர்கள் காந்தப்புலத்தினால் விலக்கமுறக் கூடியவை; நேர்மின் துகள்களைக் கொண்டவை. மேலும் இவை சில பொருள்களை ஒளிரச் செய்கின்றன. இந்த ஒளிர்தலை ஒரு குறைந்த திறன் கொண்ட நுண்ணோக்கியால் பார்த்தால், தனித்தனிச் சுடர்களாகக் காணலாம். இதன்மூலம் α-கதிர்கள் தனித் துகள்களால் ஆனவை என்று தெரியவருகிறது. ஆக. இத் தனித் துகள்களின் இனம், பண்பு ஆகியவை α-கதிர்களின் பண்புகளாகும். இத் தனித் துகள்களைப் பற்றி அறியும் பணியை 1903-ஆம் ஆண்டில் எர்னஸ்ட் ரூதர்ஃபோர்டும் (Ernest Rutherford) மற்ற அறிஞர்களும் மேற்கொண்டனர்.

தனி α துகள்களைக்காணல். α துகள்களைப் பற்றிய ஆய்வுகளில், அவை கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் போதே அவற்றைத் தனித் தனியே கண்டறியப் பொருத்தமான கருவிகளும் முறைகளும் தேவைப்படுகின்றன. அவை மூன்று வகைப்படும். கைகர் துகள் எண்ணி முறை, முகிற்கல முறை, ஒளித்தெறிப்பு முறை எனபனவாகும்.

கைகர் துகள் எண்ணி. இந்த எண்ணியில் α-துகள் நுழையும்போது ஏற்படும் அயனிகளின் மோதலினால் உண்டாகும் அயனியாக்கம் அதிகரிக்கின்றது. இவ்வாறு அதிகரித்த அயனிகள், மின்னூட்டமானி வழியாகக் கணநேர மின்னோட்டம் ஒன்று செல்லுமளவுக்கு உய்யநிலை (critical) மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றன. இந்தக் கணநேர மின்னோட்டம் மின்மானியில் ஒரு கணநேர விலக்கமாகப் பதிவு செய்யப்படுகிறது. எனவே, தனித்த α துகளின் நுழைவு பதிவு செய்யப்படுகிறது. இம்முறை முதலில் கைகரால் (Geiger) அமைக்கப்பட்டு, ரூதர்ஃபோர்டால் பயன்படுத்தப்பட்டது.

ஒளித் தெறிப்பு முறை. இது முதலில் வில்லியம் குரூக்ஸ் (William Crookes) என்ற அறிவியலறிஞரால் உருவாக்கப்பட்டது. இது நுட்பமானதும், துல்லியம் மிகுந்ததும் பெருமதிப்பு வாய்ந்ததும் ஆகிய ஒரு முறையாகும். துத்தநாகப் படிகங்கள் பூசப்பட்ட ஒரு திரையில் α- கதிர்கள் படும்படிச் செய்தல், ஒவ்வொரு α துகள் மோதும் போதும் ஒவ்வொரு ஒளித்தெறிப்புக் காணப்படுகிறது. இம்முறை α துகள்களை எண்ணுவதற்கு ஏற்றதாகும்.

முகிற்கலமுறை. விரிவுக்கலம் (expansion chamber) ஒன்றின் வழியே α துகள்கள் சரியான நேரத்தில கடக்கும்பொழுது, அவற்றின் வழியிலுள்ள வளிமத்தை அயனியாக்கம் செய்து அப்பாதைகளில் சுவடுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இச்சுவடுகள் ஒவ்வொன்றும் α துகளின் பாதையைக் குறிக்கிறது. இச்சுவடுகளைப் பின்னர் ஒய்வாக ஆராய்ந்தறியலாம்.



படம் 1. α-துகளின் மின்னூட்டத்தை அளவிடும் மின்மானி

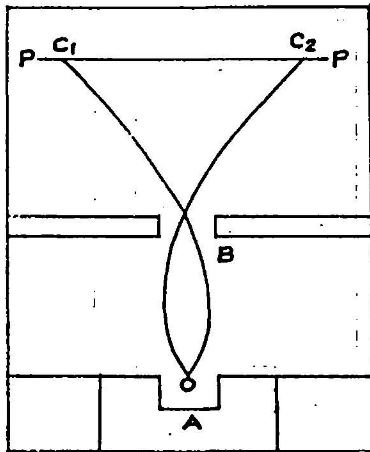
α-துகளின் மின்னூட்டத்தை அளவிடும் மின்மானி (electrometter)படத்தில் V என்பது சிறந்த முறையில் காற்று நீக்கப்பட்ட ஓர்அறை. Rஎன்னும் சற்றுக் குழிவான தட்டில் ஒரு தெரிந்த அளவு ரேடியம் C வைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தட்டு ஒரு மெல்லிய அலுமினியத் தகட்டினால் மூடப்பட்டுள்ளது. P என்பது ஒரு திரட்டி. இது ஒரு மின்மானியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ரேடியம் C α கதிர்கள் வெளிவரும் போது ஏற்படும் பின்னுதைப்பு அணுக்களை, குழிந்த தட்டை மூடும் அலுமினியத் தகடு தடுத்து விடுகிறது. பின்னர் W என்ற சாளரத்தின் வழியாக α துகள்கள் சென்று திரட்டியின் மேல் விழுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் இத் தகட்டை அடையும் மின்னூட்டத்தின் அளவை மின்காட்டியின் மூலம் அறியலாம். ரேடியம்C இலிருந்து வெளிவரும் β துகள்கள் திரட்டியை அடையாமல் தடுப்பதற்காகவும், α துகள்கள் மோதுவதால் திரட்டியிலிருந்து வெளிப்படும் இரண்டாம் நிலை எலக்ட்ரான்கள் திரும்பவும் தகட்டை அடைவதற்காகவும், இந்த முழு அமைப்பும், ஆற்றல் வாய்ந்த ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. α துகள் எண்ணியால் திரட்டியின் மேல் விழும் α துகள்களின் எண்ணிக்கையை அறியலாம்.

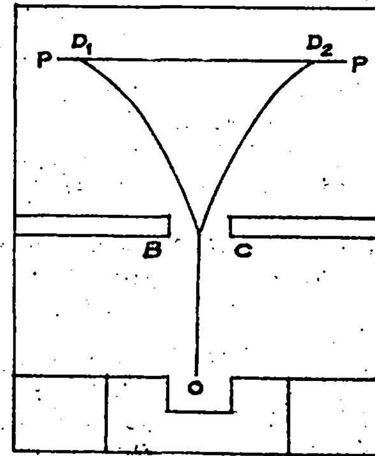
ரேடியம் Cஇலிருந்து வரும் α துகள்கள் ஒரு மெல்லிய அபிரகத் தகட்டினால் மூடப்பட்ட, குறிப்பிட்ட பரப்பளவைக் கொண்ட ஒருநுண் துளையின் வழியே சென்று கைகர் எண்ணியுள் நுழையும். எண்ணி அதன் வழியே செல்லும் ஒவ்வொரு α துகளையும் பதிவு செய்கிறது. ஒரு கிராம் ரேடியம் ஒரு நொடிக்கு வெளிவிடக்கூடிய α துகள்களின் எண்ணிக்கையை, ரேடியத்தின் அளவிலிருந்தும் வட்டத் துளை மூலத்தோடு வெட்டும் திண்கோணத்திலிருந்தும் கணக்கிடலாம். அதிலிருந்து முதல் ஆய்வில் எடுத்துக் கொண்டரேடியம் Cஇலிருந்து ஒருநொடிக்கு வெளிப்படும் α துகள்களின் எண்ணிக்கையை அறியலாம். திரட்டியில் விழும் மொத்த மின்னூட்ட அளவிலிருந்து ஒரு α துகளின் மின்னூட்டத்தை அறியலாம். இம்முறையில் ருதர்ஃபோர்டு, கைகர் ஆகிய இரு அறிவியலறிஞர்களால் அளவிடப்பட்ட α துகளின் மின்னூட்ட மதிப்பு $e=3.19 \times 10^{-19}C$ ஆகும். இது மின்னூட்டத்தின் அடிப்படை அல்கான் 1.6×10^{-19} கூலம்பைப் போல் ஏறக்குறைய இரண்டு மடங்காகும்.

α-துகள்களின் e/m மதிப்பை அளவிடல்

ருதர்ஃபோர்டு முறை. இம்முறையில் α-துகள்களின் கற்றை ஒன்றைக் காந்த மின் புலத்துக்கு உட்படுத்துவதால் ஏற்படும் விலங்குகளின்றும் e/m இன் மதிப்பைக் கணக்கிட முடியும். இம்முறையும், எதிர் மின் கதிர்களினால் e/m இன் மதிப்பை அளவிடுவதற்கு ஜே.ஜே. தாம்சனால் கையாளப்பட்ட முறையும் ஒத்த கோட்பாட்டை உடையவை.

படம் 2 இல் V என்ற காற்று நீக்கப்பட்ட ஒரு அறையில், A என்ற காரீயக்கட்டியிலுள்ள உட்குழியில் ரேடியம் (RaC) பூசப்பட்ட ஒரு மெல்லிய கம்பி வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதனின்று வெளிப்படும் α-துகள்கள் M என்ற கீற்றின் வழியாகச் சென்று PP என்னும் ஒளிப்படத்தகட்டில் விழும். இந்த அமைப்பு முழுவதும் வலிமைமிக்க ஒரு மின்காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படும். காந்தப்புலம் படத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. தேவை ஏற்படும் போது காந்தப் புலத்தின் திசையைத் திருப்பிக்கொள்ளலாம். ரேடியத்திலிருந்து வெளிப்படும் α- கதிர்கள் இந்தக் காந்தப் புலத்தின் விளைவினால் V என்ற வேகத்துடன் ஒரு வட்டப்பாதையில் சென்று ஒளிப்படத்தகட்டை அடையும். காந்தப் புலம் ஒரு திசையில் இருக்கும்போது C_1 என்ற இடத்திலும் எதிர்த்திசையில் இருக்கும்போது C_2 என்ற இடத்திலும் விழும். இந்த வட்டப் பாதையின்





படம் 2. ருதர் போர்டு முறை

ஆரத்தை ABC_1 அல்லது ABC_2 என்ற புள்ளிகளின் மூலம் அறியலாம்.

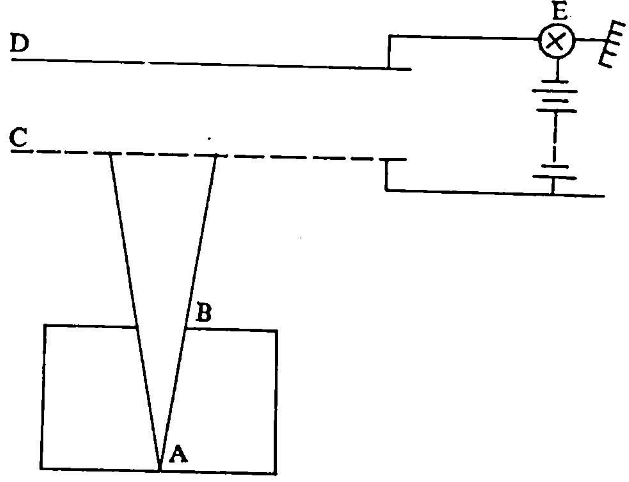
$BeV = \frac{mv^2}{R}$ என்பது, காந்தப் புலத்தில் α துகள்களின் ஓட்டத்தைப் பொருத்தமாக விளக்கும் சமன்பாடாகும். அதாவது $\frac{e}{mv} = \frac{1}{BR}$. B என்பது காந்தப்புலத்தின் பெருக்கு அடர்த்தி, (flux density) m α துகளின் பொருண்மை(mass), e என்பது α துகளின் மின்னூட்டம், B,R இவற்றின் தெரிந்த மதிப்பைக் கொண்டு emv இன் மதிப்பைக் காணலாம

செய்முறையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட e-m,e ஆகிய வற்றின் மதிப்பிலிருந்து, α-துகளின் பொருண்மை 6.62×10^{-27} கி.கி. எனக் கணக்கிடப்படுகிறது. இது ஹைட்ரஜன் அணுவின் பொருண்மையைப்போல் நான்கு மடங்காகும். எனவே α துகள் ஹீலியம் அணுவின் பொருண்மையுள்ள ஈரலகு மின்னோட்டம் கொண்ட ஒரு துகள் எனத் தெரிய வருகிறது. இத னால், α துகள், இரு எலக்ட்ரான்களையும் இழந்த ஒரு ஹீலியம் அணு, அதாவது வெறும் ஹீலியம் அணுக்கரு, என்பது தெரிய வருகிறது. இம்முடிவு ரூதர்ஃபோர்டின் மற்றுமொரு ஆய்வு மூலம் உறுதி யாக்கப்பட்டது.

α துகள்களின் வேகம். பொதுவாக α துகள்களின் வேகம், அவற்றின் தோற்றுவாய்ப் பொருள்களுக் கேற்ப, நொடிக்கு $1.45 \times 2.2 \times 10^7$ மீட்டர் வரை வேறுபடுகிறது. ரூதர்ஃபோர்டின் ஆய்வுகளின்படி ரேடியத்திலிருந்து வரும் α துகளின். வேகம் 2×10^7 மீ. ஆகும்.

α துகள்களுக்கும் மற்ற அணுக்களுக்கும் இடையே யுள்ள சிறு வேறுபாட்டைத் தவிர ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தனிமத்திலிருந்து கிடைக்கும் எல்லா α துகள்களும் ஒரே வேகத்தையும் ஒரே ஆற்றலையும் கொண்டுள்ளன என முதலில் நம்பப்பட்டது. ஆனால் ஆய்வில் கண்ட நீள இடைவெளி α துகள்கள் (long range α particle), α கதிர்அலை மாலைகள் (α ray spectra) போன்ற உண்மைகளிலிருந்து மேற்கண்ட முடிவு தவறானது என்றும், ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தோற்றுவாயிலிருந்து கிடைக்கும் α துகள்கள்கூட வெவ்வேறு வேகத்தைக் கொண்டு உள்ளன என்றும் பின்னர் அறியப்பட்டது. இக்கண்டுபிடிப்பு அணுக் கருவின் நிலை (state) உள்ளமைப்பு ஆகியவை பற்றி முடிவெடுக்க வழிவகுத்தது. அணுக்கருவினுள் α துகள் கள் நிலை கொள்ளத் தனித்தனியான ஆற்றல் மட் டங்கள் இருக்கின்றன என்பதே அம்முடிவாகும்.

α துகள்களின் இயங்கெல்லை. துகள்களுக்கு ஒரு தனிச்சிறப்புடைய பண்புண்டு. அதாவது, அவை பருப்பொருளால் உட்கவரப்படும்போது, இயங் கெல்லை என்று கூறப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட உய்ய நிலைத் தொலைவுக்குப்பிறகு திடீரென்று நிறுத்தப் படுகின்றன. இத்தொலைவிற்கு அப்பால் α துகளின் அயனியாக்கத்திறன், ஒளிப்படத் தகட்டைப் பாதிக் கும் செயல், ஒளிர்தல் பெறச் செய்யும் விளைவு ஆகிய மூன்று பண்புகளும் ஒருங்கே மறைந்து விடுகின்றன. இவ்வுண்மை 1904 ஆம் ஆண்டில் பிராக் (Bragg), கிளீமன் (Kleeman) என்ற இரு அறிவியலறிஞர் களால் கீழ்க்காணும் ஆய்வு மூலம் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.



படம் 3. α துகள்களின் இயங்கெல்லையை அளக்கும் ஆய் கருவி

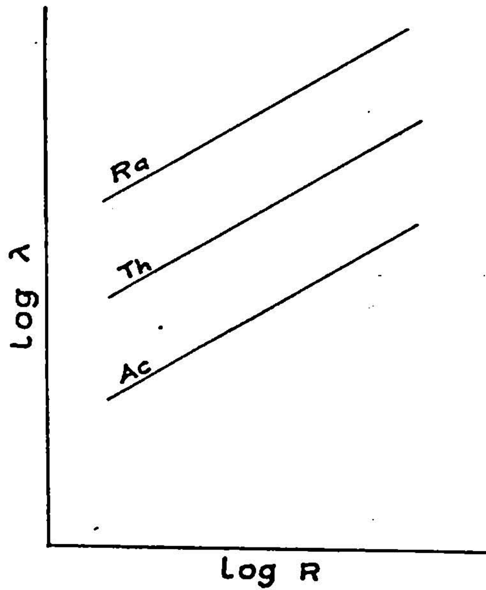
படம் 3 இல் A என்பது ஒரு காரீயப்பெட்டியின் அடித்தளம். B என்பது ஒரு சிறு துளை. C,D என்பன முறையே ஒரு அயனியாக்க அறையின் உலோக வலையும் தகடுமாகும். இவ்விருதகடுகளும் ஒன்றுக் கொன்று இணையாகவும், அருகிலும் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. அவற்றிற்கிடையே மின்கல அடுக் கின் உதவியால் ஒரு நிலையான மின்னிலை வேறு பாடு நிறுவப்படுகிறது. D என்ற தகடு ஒரு மின் மானியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. α துகள்களின் தோற்றுவாய்க்கும் அயனியாக்க அறைக்குமிடையே யுள்ள தொலைவு மாற்றக்கூடியது. A என்னும் இடத்தில் சிறிதளவு கதிரியக்கப் பொருள் வைக்கப் பட்டால் B என்ற துளை வழியே கூம்பு வடிவக் கற்றையாக வெளிப்படும் α கதிர்கள் அயனியாக்க அறையுள் நுழைந்து அயனியாக்கம் செய்கின்றன. இந்த அயனியாக்கம் மின்மானியால் அளவிடப்படு கிறது. மின்மானி காட்டுகின்ற மின்னூட்டக்கசிவு வீதம் கதிரியக்கப் பொருளின் இருப்பைச் சாரா நிலை அடையும் வரை அயனியாக்க அறைக்கும் கதிரியக்கப் பொருளுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு அதிகமாக்கப்படுகிறது. அதன் மூலம் அவற்றின் இயங்கெல்லை கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.

இயங்கெல்லையை வளிமண்டலத்தில் 76 செ.மீ அழுத்தத்தில் 16°C வெப்ப நிலையில் இத்தனை செ.மீ. எனக் குறிப்பிடுவது வழக்கம். குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தனிமத்திலிருந்து வெளிப்படும் எல்லா α துகள்களும் ஒரே இயங்கெல்லையைக் கொண்டுள்ளன. α கதிர்களின் இயங்கெல்லை அவற்றின் தொடக்க வேகத்தையும் உட்கவர் பொருளின் தன்மையையும் பொறுத்துள்ளது.

கைகர் விதி. α துகள்களின் இயங்கெல்லை, அவற்றின் வேகம் ஆகிய இரண்டிற்கும் உள்ள ஒரு எளிய தொடர்பைக் கைகர் கண்டார். அத்தொடர்பானது. இயங்கெல்லையும் (R) வேகத்தின் (v) மும்மடியும் நேர்விகிதத்தில் உள்ளன என்பதாகும். அதாவது $R=av^3$. இச் சமன்பாட்டில் a ஒரு மாறிலி.

இயங்கெல்லை - ஆற்றல் தொடர்பு. α துகளின் ஆற்றல், α துகளின் வேகத்தில் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதால், கைகரின் விதியை ஆற்றலுடன் தொடர்புபடுத்தி, $R=bE^{3/2}$ எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் b ஒரு மாறிலி. ஒரு கதிரியக்கப் பொருளிலிருந்து கிடைக்கும் α துகள்களின் தெரிந்த இயங்கெல்லையைக் கொண்டு அவை உமிழப்படும் வேகத்தைக் கைகர் விதியைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம்.

கைகர்-நட்டால் விதி. துகளின் இயங்கெல்லையையும், α கதிர்களை வெளிவிடும் கதிரியக்கப் பொருளின் சிதைவு மாறிலியையும் கீழே காணும் சமன்பாட்டால் தொடர்பு படுத்தலாம். $\log \lambda = A + B \log R$. இது கைகர் நட்டால் விதி எனப்படும்.



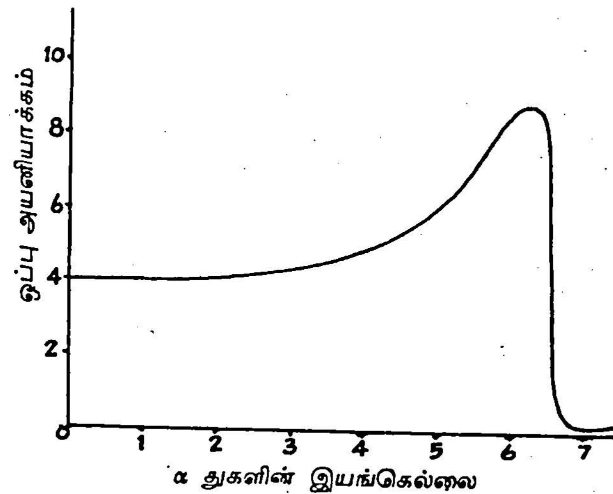
படம் 4. இயங்கெல்லை ஆற்றல் தொடர்பு

α கதிர்களை வெளிவிடும் மூன்று கதிரியக்கத் தொடர்களைச் சார்ந்த கதிரியக்கப் பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டு $\log \lambda$, $\log R$ ஆகியவற்றிற்கிடையில் உள்ள தொடர்பை வரைபடமாக வரைந்தால் (படம் 4) மூன்று இணைகோடுகள் கிடைக்கின்றன. $\log \lambda = A + B \log R$ என்ற சமன்பாட்டில் B என்பது எல்லாக் கதிரியக்கத் தொடருக்கும் ஒன்றாகவும், A என்பது வேறாகவும் உள்ளன.

இத்தொடர்பின்படி சிதைவு மாறிலி அதிகமாக இருக்கும் போது, இயங்கெல்லையும் அதிகமாக இருக்கிறது; இயங்கெல்லை ஆற்றலைச் சார்ந்துஇருப்பதால் அதிகச் சிதைவு மாறிலி உள்ள கதிரியக்கப் பொருள்கள் அதிக ஆற்றலுள்ள α துகள்களை வெளியிடுகின்றன என்றும் அறியப்படுகின்றது.

பல கதிரியக்கப் பொருள்கள் வெளிவிடும் α துகள்களின் இயங்கெல்லையை ஆய்வுமூலம் கண்டுபிடித்து, கைகர்-நட்டால் தொடர்பைக் குறிப்பிடும் வளைகோடுகளைப் பயன்படுத்தி இப்பொருள்களுக்கான சிதைவு மாறிலிகளைக் காணலாம். காண்க, ஆல்:.பாச் சிதைவு.

பருப்பொருளின் வழியே α துகள்களின் போக்கு. α துகள்கள் பருப்பொருளின் வழியே செல்லும் போது அவற்றின் பாதையில் இருக்கும் அணுக்களிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை இடித்துத் தள்ளுவதன் மூலம் அயனியாக்கம் செய்கிறது. α துகள்கள் இவ்வகையில் நேர்மின் அயனிகள், எதிர்மின் அயனிகளைக் கொண்ட சுவட்டை உண்டாக்குகின்றன. α துகள்கள் இந்த அயனியாக்கச் செயலில் ஆற்றலைத் தொடர்ந்து இழந்து முடிவில் அயனியாக்கத்திறனை இழக்கின்றன. α துகளின் வேகம் அதிகமாகும்போது அவற்றின் விரைவு உய்யநிலை விரைவை மிக அருகில் நெருங்கும்போது மாத்திரம்



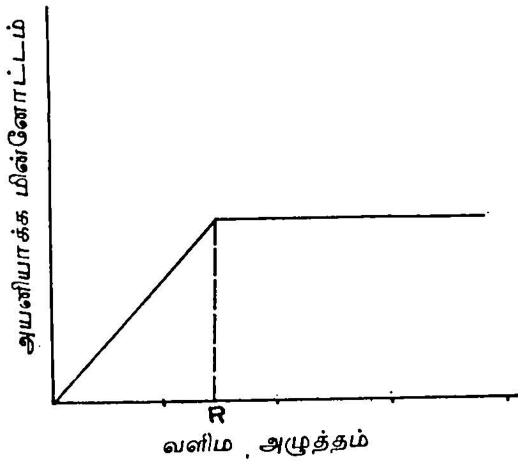
படம் 5. பருப்பொருளூடே துகள் செல்லுதல்

அயனியாக்கத் திறன் அதிகரிக்கிறது. பின்னர் திடீ ரென்று சுழியாகிறது. α துகள்கள் மெதுவாகச் செல்லும்போது அவற்றின் வழியில் உள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட அணுவின் அருகில் அதிக நேரம் இருப் பதால் இவ்விளைவு ஏற்படுகிறது.

மேலும் α துகளின் இயங்கெல்லை வளிமத்தின் அடர்த்தி எண்ணுக்கு அதாவது வளிமத்தின் அழுத் தத்துக்கு எதிர்விகிதத்தில் உள்ளது என ஆய்வுகள் வாயிலாக உறுதி செய்யப்படுகிறது. α துகளின் பாதையில ஓர் அலகு நீளத்தில் α துகளால் ஏற்படுத் தப்படும் அயனிகளின் எண்ணிக்கை அயனியாக்கும் என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒப்பு அயனியாக்கத் துக்கும் நீளத்துக்கும். உள்ள தொடர்பு படத்தி லுள்ள(படம் 5) வளைகோட்டினால் குறிக்கப்பட முடியும். இயங்கெல்லையின் உய்யகட்ட விரைவை அடையும்போது பிராக் எழுச்சியை வரைபடம் காட்டு கிறது. மேலும் வரைபடம் சிறிதான வால் அல்லது நெளியும் விளைவையும் காட்டுகிறது.

காற்றில் 15°C முதல்76°C வெப்பநிலையில் வெளி யிடப்படும் கதிரியக்கப் பொருள்களில் இருந்து வெளி வரும் α துகள்கள் யாவும் ஒரே தொடக்க வேகத்துடன் உமிழப் படுவன அல்ல என்பதால், அவை யாவும் ஒரே சமயத்தில் இயங்கெல்லையை அடைவதில்லை. இந்தக் காரணத்தால் வால் விளைவு ஏற்படுகிறது. படம் 6, வளிம அழுத்தத்துக்கும் α துகளால் ஏற் படுத்தப்படும் அயனியாக்க மின்னோட்டத்துக்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிக்கிறது. மின்னோட்ட மானது வளிம அழுத்தம் கூடும்போது முதலில் நேர்விகிதத்தில் அதிகமாகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்துக்குப் பிறகு மின்னோட்டம் தெவிட்டிய எல்லை (saturation) மதிப்பை அடைகிறது.

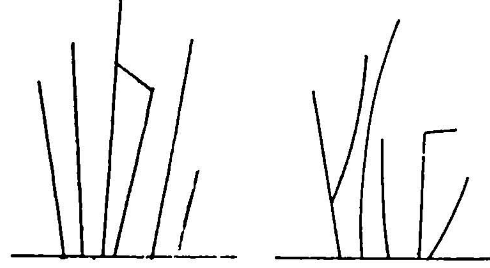
α துகள்களின் பொருண்மை எலக்ட்ரான் பொருண்மையை விட அதிகமாதலால், எலக்ட்ரான்



படம் 6 வளிம அழுத்தமும் அயனியாக்க மின்னோட்டமும்

களை இடித்துத்தள்ளி அயனியாக்கம் செய்யும்போது, அவற்றின் பாதையிலிருந்து அதிகம் விலக்கப்படுவ தில்லை. ஆனால், அரிய சந்தர்ப்பங்களில் கனமான சிறிய அணுக்களுடன் மோதும்போதும், α துகள்கள் அதிக அளவு விலக்கப்படுகின்றன. இப்பெருங் கோணச் சிதறல் அணுக்கருப் படிம அமைப்புக்கு வழிகாட்டியது என்பது உண்மை.

மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகளை ஆக்சிஜன் கொண் டுள்ள முகிற்கலம் வழியே α துகள்கள் செல்லும் போது எடுக்கப்பட்ட முகிற்கல ஒளிப்படத்திலிருந்து தெளிவாகக் காணலாம் (படம் 7). சுவடுகளின் முடிவில் உள்ள சிறு வளைவுகள் அலைந்து திரியும் பலனால் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 7 இல் கனச் சுவடுகள் தனியொரு பெருங்கோணச் சித றலைத் தருகின்ற α துகளுக்கும் ஆக்சிஜன் அணுக் கருவுக்கும் இடையே ஏற்படும் நெருக்கமான மோதலைக் குறிக்கின்றன. கவையின் குட்டையான தடித்த கிளை பின்உதைப்பு ஆக்சிஜன் அணுக்கருவை யும், நீண்ட மெல்லிய கிளை சிதறிய α துகளையும் குறிக்கின்றன.



படம் 7. ஆக்சிஜன் அடங்கிய முகில் கலத்தில் α துகளின் சுவடுகள்

கவைச்சுவடுகளை வெளியிடத்தில் மீண்டும் கட்டமைப்பதின் மூலம் அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள கோணங்கள், இயங்கெல்லைகள் முதலியவற்றை அளவிட்டு மோதலின் தன்மை பற்றிச் சிறப்பான செய்திகளைப் பெறமுடிகிறது.

கனமான தனிமங்களைப் பொறுத்தவரை அவற் றின் அணுக்கருவின் மிக அருகில் செல்ல α துக களுக்கு வாய்ப்பு மிகவும் குறைவு. ஆனால், லேசான தனிமங்களிலோ தலைகீழ் விகித விதி பலனற்றுப் போகும் பகுதிக்குள் செல்லுமளவுக்கு அணுக்கரு மையத்தின் மிக அருகில் α துகள்கள் செல்ல முடி யும். ஆல்ஃபாக் கதிரியக்கம் ஒரு முழு அணுக்கரு நிகழ்ச்சியாகும். மேலும், ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அணு அமைப்பின்படி, அணுக்கருவுக்கு வெளியே எலக்ட்ரான்களைத் தவிர வேறெதுவும் இல்லை என்பதால், α துகள்கள் அணுக்கருவிலிருந்தே வெளி வந்திருக்கவேண்டும் எனத் தெரிகிறது. அவை

வெளிக் கிளம்புமுன் அணுக்கருவினுள், ஒரு தனித் தொகுதியாக இல்லாவிடினும், ஏதோ ஒரு வடிவில் முன்னதாக இருக்கக் கூடும். α துகள்கள் அணுக் கருவினுள் குழப்பமான முறையிலோ, செயலற்ற முறையிலோ இருப்பதில்லை. ஆய்வால் கண்ட நீள் இடைவெளி α துகள்கள். α கதிர் அலை மாலைகள் ஆகியவை காட்டியுள்ளபடி தனித்தனி ஆற்றல் மட்டங்களில் செயல் திறனியக்கத்தோடு அமைந் திருக்கின்றன.

α துகள்களை வெளியிடும் அணுக்கருவை எடுத் துக் கொண்டால், அது மின்னூட்டமற்ற நியூட்ரான் களைக் கொண்டிருந்தாலும், நேர் மின்னூட்டம் கொண்டது என்பதை நாம் அறிவோம். மின்னூட் டம் கொண்ட அணுக்கரு தன்னைச் சுற்றியுள்ள வெளியில் ஒரு நிலைமின் புலத்தைப் பெற்றிருக் கின்றது. இந்த விசைப்புலம் மின்னிலை அரண் என அழைக்கப்படுகிறது.

அணுக்கருவைச் சுற்றியுள்ள இம்மின்னழுத்த அரணால், கதிரியக்க அணுக்கருவில் இருந்து. α துகள் வெளிப்படுவதற்கு ஒரு வலிய இடர்ப்பாடு ஏற்படுகிறது. கதிரியக்கப் பொருள்களுக்கு இம்மின் னழுத்த அரண் 9Mev ஆக இருக்கிறது. அணுக் கருவினுள் இருக்கும் α துகளின் ஆற்றல் மின்னழுத்த அரணின் ஆற்றலைவிட அதிகம் இருக்க முடியாது. அப்படி இல்லாமலிருப்பின் α துகள்கள் அங்கே தங்கி யிரா. α துகளின் ஆற்றல் 4 Mev ஆகும். 4 Mev ஆற்ற லுள்ள α துகள் 9 Mev உள்ள மின்னிலை அரணைத் தாண்டுவது என்பது செந்நிலை இயக்கவியல் கொள்கையால் விளக்க முடியாத ;ஒரு நிகழ்ச்சி யாகும். ஏனெனில், அதன்படி, பொருள் நுண்ணிய துகள்களால் மட்டுமே ஆனதாகும். ஆவால், அலைஇயக்கவியல் கோட்பாடு ஒவ்வொரு துகளுக்கும் ஓர் அலைப் பண்பைக் கற்பித்துக் கூறுகிறது. இக் கோட்பாட்டின்படி மட்டுமே α துகள் உமிழ்தலை விளக்க முடியும். மின்னிலை அரண் அதன் உயரம் எவ்வளவு அதிகமாயினும் அதனூடே ஓர் அலை ஊடுருவிச் செல்வதை முழுவதும் தடுக்க முடியாது. அதாவது, மின்னிலை அரண், அதன் உயரத்துக்குரிய ஆற்றலை விடக் குறைந்த ஆற்றல் கொண்ட துகள் ஊடுருவிச் செல்லும்படிக்கு அமைந்துள்ளது. இக் குறிப்பிட்ட ஊடுருவல் நிகழ்ச்சி கசிவு விளைவு அல்லது புழல் விளைவு எனப்படும். பொருள்துகளின் நேர்மின்னாற்றல் எவ்வளவு சிறியதாக இருந்தாலும், மின்னிலை அரணை ஊடுருவிச் செல்வதற்கான நிகழ் திறம் சிறிதளவாவது இருக்கிறது என்பது உறுதி.

அ. தனலெட்சுமி

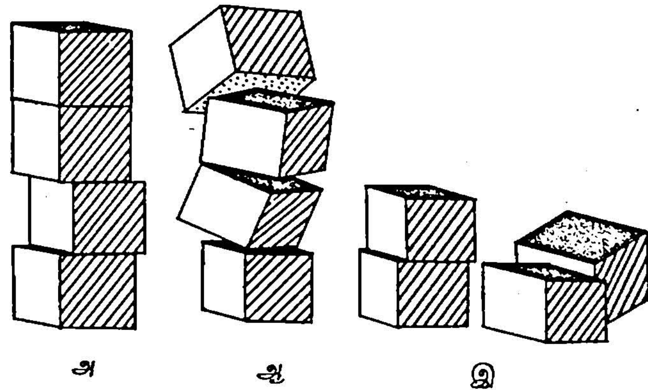
நூலோதி

1. Rajam, J.B., Modern Physics, S. Chand & Co., New Delhi, 1964.

ஆல்ஃபாச் சிதைவு

இயற்கைக் கதிரியக்கம் என்னும் நிகழ்வு அணு எண் 82-க்கு மேலுள்ள தனிமங்களில்தான் நிலவுகிறது. கதிரியக்கம் நிகழும்போது, ஆல்ஃபா, பீட்டாத் துகள்களும், காமாக் கதிர்களும் அணுக்கருவிலிருந்து வெளியாகின்றன. இங்ஙனம் அணுக்கருவிலிருந்து ஆல்ஃபாத்துகள் வெளியேறுவதற்கு ஆல்ஃபாச் சிதைவு என்று பெயர்.

பல செங்கற்கள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக மிக உயரமாக அடுக்கப்பட்டால் அவற்றின் நிலை யாற்றல் (potential energy) அதிகமாக இருக்கும். ஆகையால் அவை உறுதியற்ற சமநிலையில் (unstable equilibrium) எந்த நேரமும் சரிந்து கவிழ்ந்து விழும் நிலையில் இருக்கும் (படம் 1). அதுபோல அதிகப் புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் உள்ள அணுக்கருவின் நிலை ஆற்றலும் மிக அதிகமாக இருக் கும். அப்பொழுது உடைந்து சிதைவுறும் நிலைக்கு வந்து விடும். இவ்வாறு சிதைவுறும் பொழுது



படம் 1. கதிரியக்கம்

ஆல்ஃபாத்துகள்களையும், பீட்டாத் துகள்களை யும், காமாக் கதிர்களையும் வெளியிட்டு அணுக்கரு வின்எடை குறைகின்றது. புரோட்டான் மற்றும் நியூட் ரான்களின் எண்ணிக்கை மாறுவதால், அணுக்கரு மாற்றம் நிகழ்கின்றது. அணு எண் 82 ஆகும் வரை அணுக்கரு உருமாற்றம் தொடர்கிறது. அணு எண் 82 ஆனவுடன் அணுக்கரு உறுதிநிலை அடைந்து அதன் கதிரியக்கமும் நின்று போகும்.

கதிரியக்கம். ஆல்ஃபாத்துகள் என்பது இரண்டு புரோட்டான்களினாலும், இரண்டு நியூட்ரான்களி னாலும் ஆன ஹீலியம் அணுக்கருவை ஒத்ததாகும். கதிரியக்கமுள்ள தனிமம் ஒன்றின் அணுக்கருவிலிருந்து ஒரு ஆல்ஃபாத்துகள் வெளியே தள்ளப்படும்போது, ஒரு ஹீலியம் அணுக்கரு வெளியாகிறதென்றே

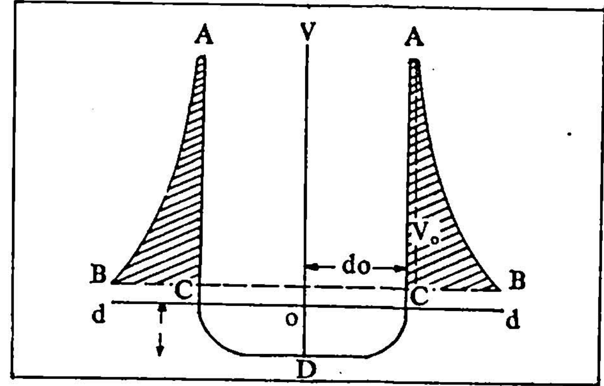
கொள்ளலாம். அப்பொழுது கதிரியக்கத் தாய்த் தனிமத்தின் அணுக்கருவின் எடை நான்கு அளவும், அணு எண் இரண்டு அளவும் குறைகின்றன. தாய்த் தனிமம் வேறு ஒரு தனிமமாகின்றது. இதைச் சேய்த் தனிமம் எனலாம். இந்தச் சேய்த் தனிமமும், அதன் அணு எண் 82-க்கு மேலிருந்தால் கதிரியக்கப் பண்பு வாய்ந்ததாய் இருக்கும். அதுவும் ஓர் ஆல்ஃபாத் துகளை வெளியிடலாம். அப்பொழுது கதிரியக்கப் பண்புள்ள அடுத்த சேய்த் தனிமம் ஒன்று தோன்றலாம். இவ்வாறு ஆல்ஃபாத் துகள்கள் வெளிவர

எதிர்ப்புவிசை

படம் 2.

வெளிவர, தனிமம் மாறிக் கொண்டே வந்து இறுதியில் கதிரியக்கமற்ற காரீயத் தனிமத்தின் ஓரிடத்தனிமமாக (isotope) முடிகின்றது. எடுத்துக்காட்டிற்கு யுரேனியம் என்ற தனிமம் செயல்படும் முறையைக் கவனிக்கலாம் அதன் அணுஎடை 238; அணு எண் 92. அது கதிரியக்கம் அடைந்து ஆல்ஃபாத் துகள்களையும், பீட்டாத் துகள்களையும் வெளியிட்டுக் கொண்டு வருகிறது. அப்பொழுது பல சேய்த் தனிமங்களாக மாறுகிறது. முக்கியமாக அயோனியம் (ionium-230, 90), ரேடியம்(radium-226,88),ரேடான் (radon-222, 86), பொலோனியம் (polonium-210.84) முதலியனவாகச் சிதைந்து, இறுதியில் கதிரியக்கமற்ற காரீயத்தின் ஓரிடத்தனிமமாக (206, 82)வந்து நிலைத்து விடுகின்றது.

சிதைவின் விளக்கம்: ஆல்ஃபாச் சிதைவின் போது அணுக்கருவின் இயக்கத்தை விளக்குவதில் பல சிக்கல்கள் உண்டாயின. அதன் மிகச் சிறிய அளவில் நூற்றுக்கணக்கான, பளுவான துகள்கள் அடைக்கப்பட்டு நிரம்பி வழிந்து உடையும் நிலையில் இருக்கும் நீர்த்திவலைகள் போல் தத்தளித்துக் கொண்டு இருக்கின்றன. அவற்றில் பல நேர்மின்னூட்டமுள்ளவை; செந்நிலை இயக்கவியல் கொள்கைப்படி ஒன்றையொன்று எதிர்த்துத் தள்ளும் எதிர்ப்புவிசை உள்ளவை (படம் 2), அவை எப்படி ஒருங்கிணைந்து அணுக்கருக்குள் தங்கியிருக்கமுடியும் என்பது முதல் ஐயம். நேர்மின்னூட்டமுள்ள இத்துகள்களைச் சுற்றி நிலைமின் புலம் ஒன்று ஏற்பட்டு மின்னிலை அரணாக அமைகின்றது. அணுக்கருவின் மையத்திலிருந்து துகள் இருக்கும் தொலைவை X அச்சிலும்,



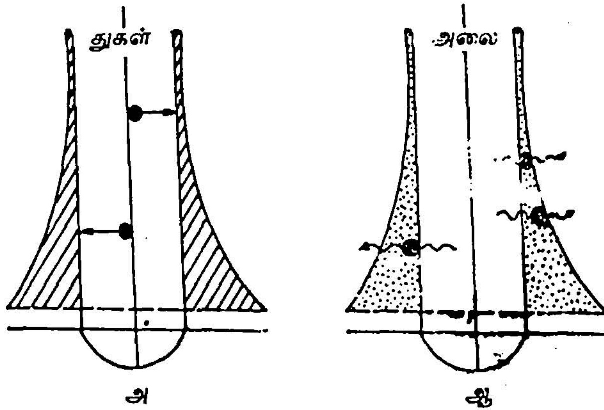
படம் 3. மின்னிலை அரண்

மின்னழுத்தத்தை Y அச்சிலும் வைத்து வரையப்பட்ட வரைகோட்டு மின்னிலை அரண் படம் (barrier diagram) இதை விளக்குகின்றது (படம் 3). அணுக்கருவின் மையத்தை O என்னும் புள்ளி குறிக்கின்றது. கருவிற்கு வெளியேயுள்ள புள்ளியொன்று கருவைநோக்கி நகரும்போது அதன்மீது செலுத்தப்படும் விசை எவ்வாறு மாறுகின்றது என்பதை இப்படம் விளக்குகிறது. புள்ளி மிகத் தொலைவிலிருக்கும்போது (B), விசை மிகக் குறைவாக உள்ளது. புள்ளி மையத்தை நோக்கி நகர்ந்துவரும்போது முதலில் விசை மெல்ல அதிகரிக்கிறது; பிறகு விரைவாக அதிகரித்துப் புள்ளி கருவின் வரம்பை அடையும் போது விசையின் மதிப்பு பெருமம் அடைகிறது (V_o). எல்லையை அடைந்தவுடன் விசையின் மதிப்பு திடீரென்று விழுந்து சுழி நிலை அடைந்து, எதிர்மறை மதிப்பையும் எட்டுகிறது(-V). எனவே தொலைவிலிருந்து கருவின் எல்லையை அடையும்வரை ஒரு விதியையும், எல்லையிலிருந்து மையத்தை அடையும்வரை வேறு ஒரு விதியையும், விசை பின்பற்றுகிறது. கருவின் வெளியே தலைகீழ் இருமடி விதி (inverse square law) நிலவுகிறது என்று புலனாயிற்று. கருவின் உள்ளே இவ்விதி செயல்பட முடியாது. ஏனெனில், அப்பொழுது நேர்மின்னூட்டம் உள்ள பலதுகள்கள் கருவிற்குள் ஒன்றாகப் பிணைந்து இருக்கமுடியா. ஆகையால் கருவின் உள்ளே பலமான ஈர்ப்பு விசையொன்று இயங்குவதாகக் கணக்கிட்டார்கள். புள்ளியானது B-க்கும், C-க்கும் இடையே இருக்கும்போது விசையின் மதிப்பு Z e/d ஆகும். Ze என்பது அணுக்கருவின் நேர்மின்னூட்டமாகும். அணுக்கரு ஒரு

புள்ளிக்குச் சமமாக மிகச் சிறியதாக இருப்பதால் d-இன் மதிப்பு சுழியாகும். அப்பொழுது விசையின் மதிப்பு அளவற்றதாகிறது. மின்னிலை அரணும் மிகப் பெரியதாகிறது. எனவே அணுக்கருவைச் சுற்றி உயரமானதொரு பெரிய சுவர் எழுப்பப்பட்டது போல், வெளியிலிருந்து குறுக்கீடு ஏதும் ஏற்படாமல், அரண் தடுக்கிறது. மேலும் கருவிலிருந்து புரோட்டான்களும் அரணை மீறி வெளியேற முடியா.

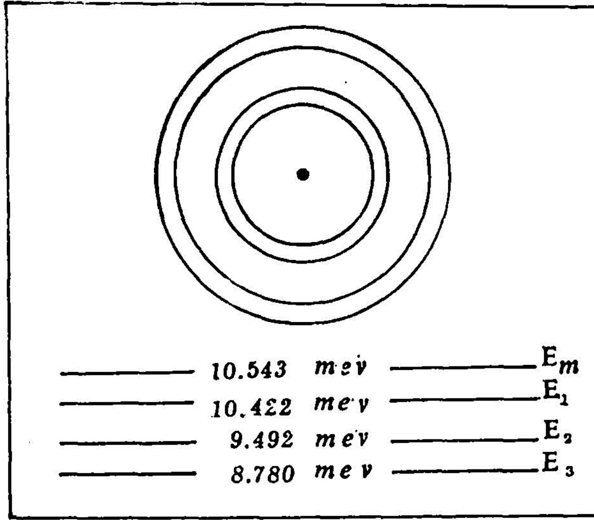
புள்ளிக்குப் பதில் ஒரு ஆல்ஃபாத் துகள் அணுக் கருவை நோக்கி வெளியிலிருந்து அணுகுவதாக இருந்தால் அதன்மீது எதிர்ப்பு விசை இயங்குகிறது. இந்த எதிர்ப்பு விசை படிப்படியாக அதிகரித்து, கருவின் எல்லையை அடையும்போது பெரும நிலையை எய்தி துகள் கருவை அணுகவிடாமல் எதிர்க்கிறது. ஆனால் துகள் எல்லைக்குள் இருக்குமாயின், அது கருவின் மையத்தை நோக்கிப் பலமாக ஈர்க்கப்படுகிறது. கருவின் எல்லையில் மின்னழுத்த அரணின் ஆற்றல் 30 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும். ஆனால் ஆல்ஃபாத் துகளின் ஆற்றலோ 4 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட்தான். இவற்றையெல்லாம் கவனிக்கும் போது அணுக்கருவிலுள்ள ஆல்ஃபாத் துகளால் அரணைத் தகர்த்துக் கொண்டு கருவைவிட்டு வெளியே வரமுடியாது என்பது புலப்படுகிறது. மேலும் பீட்டாத்துகள்களின் சிதைவால் சிக்கல் இன்னும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் ஆல்ஃபாத் துகள் வெளியேறி விட்டாலோ அது மிகக் கடுமையாக இன்னும் வெளியே உந்தித் தள்ளப்படுகிறது.

துகளாகச் செயல்படும்போது ஆல்ஃபாத் துகளால் அணுக்கருவைவிட்டு வெளியேற முடியாதாகையால், செந்நிலை இயக்கவியல் கொள்கையால் கதிரியக்கத்தை விளக்க முடியவில்லை (படம் 4 அ). இந்தச் சமயத்தில்தான் அலை இயக்கவியல் கொள்கையால் தகுந்த விளக்கம் தரமுடியுமாவென்று ஆராயப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி ஒரு துகளானது, தருணத்திற்கேற்றாற்போலத் துகளாகவும் அலையாகவும் செயல்படும். ஒரு துகளானது, துகளாக இருக்கும் போது அதிரும் தன்மையும், அலையாக இருக்கும் போது நுழைந்து செல்லும் தன்மையும் வாய்ந்தது. அலையாக இருக்கும்போது எந்த விதச் சிக்கலும் இல்லாமல் நழுவியோ, கசிந்தோ, ஊடுருவியோ எந்தத் தடையையும் மீறிச் செல்லமுடியும். எந்த அரணாலும் அதைத் தடுக்க முடியாது. சுருங்கக் கூறின் அலைப்பண்புள்ள ஆற்றல் குறைவான துகளுக்கு ஆற்றல் மிகுந்த மின்னழுத்த அரணானது அலைபுகும் ஊடகமாகவே அமைகிறது. இந்த ஊடுருவலுக்குத்தான் புழல்விளைவு அல்லது கசிவு விளைவு (tunnel effect) என்று பெயர். இவ்விளைவின்படி ஆல்ஃபாத் துகள்கள் கருவைவிட்டு வெளியே வந்து விடுகின்றன (படம் 4 ஆ).



படம் 4. புழல் விளைவு

ஆல்ஃபாத் துகள்கள் வெளிவரும்முறை. மேலே கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சி அவ்வளவு எளிதாக நிகழ்ந்து விடுவதில்லை. அணுக்கருவிலிருந்து ஒவ்வொரு ஆல்ஃபாத்துகளும் மின்னிலை அரணில் பலமுறை மோதவேண்டியிருக்கிறது. சூழ்நிலை வாய்ப்பாக இருக்கும்பொழுதுதான் ஊடுருவிச் செல்கிறது. இது போல் யுரேனியம்-238இல் உள்ள ஒவ்வொரு ஆல்ஃபாத் துகளும் நொடிக்குச் சுமார் 10 ஆயிரம் கோடி முறை வீதம் 100 கோடி, கோடி நொடிகளுக்கு முயற்சி செய்கிறது. அதாவது, 10 கோடி ஆண்டுகளுக்கு வெளிவரத் தவித்துப் பிறகுதான் வெற்றி காண்கிறது. தாய்த் தனிமத்திலிருந்து வெளிவருமுன், அதன் அணுக்கருவிற்குள் ஒவ்வொரு ஆல்ஃபாத் துகளும் தனித் தனியான (discrete) நான்கு வெவ்வேறு செழிப்பான ஆற்றல் மட்டங்களில் இருக்கின்றது (படம் 5). அவையாவன 10.543, 10. 422, 9.492, 8.780 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் நிலைகளாகும். இது அணுக்கருவிற்கு வெளியே கருவைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் பல்வேறு ஆற்றல் நிலைகளில் இருப்பது போன்ற அமைப்பாகும். இவை ஆல்ஃபாத் துகள் ஒன்று வெளிவந்தவுடன் தாய்த் தனிமத்தின் அணுஎடையும், அணு எண்ணும் குறைந்து, எஞ்சியுள்ளசேய்த் தனிமத்தின் அணுக்கரு அடுத்த ஆற்றல் நிலைக்குத் தாவுகின்றது. இன்னுமொரு அணுக்கரு உருவாகி இந்த அணுக்கருவும் ஆல்ஃபாத் துகளை வெளியிட்டு அடுத்த ஆற்றல் நிலைக்கு மாறுகிறது. இவ்வகையாகவே ஆல்ஃபாத் துகள்கள் சிதைந்து வெளிவந்து இறுதியில் அணுக்கரு தாழ்ந்த ஆற்றல் அடி மட்டத்தை அடைகின்றது. இந்தக் கீழ்நிலையில் எஞ்சிய தனிமம் ஈயத்தின் ஓரிடத்தனிமமாகும். இதுகதிரியக்க இயல்புடையதன்று. ஆகையால் கதிரியக்கம் அத்துடன் நின்று, ஆல்ஃபாத் துகள்கள் வெளிவருவதும் நின்றுவிடுகிறது.

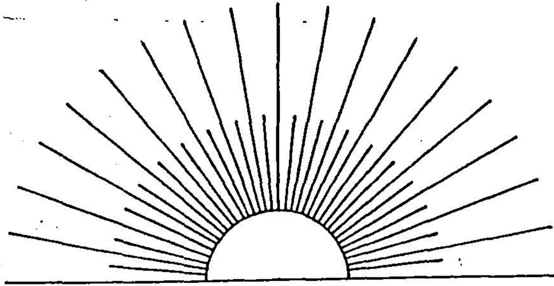


படம் 5. அணுக்கருவில் உள்ள α துகளின் ஆற்றல் மட்டங்கள்

சிதையும்பொழுது ஆல்ஃபாத் துகள்கள் காற்றில் நேர்கோட்டில் செல்கின்றன. அப்பொழுது அவை காற்றின் மூலக்கூறுகளுடன் மோதி, தங்களது ஆற்றலை இழந்து மிகத் தொலைவிற்குள்ளேயே தடைசெய்து நிறுத்தப்பட்டு, மறைந்தும் விடுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட ஓரிடத்தனிமத்தின் எல்லா ஆல்ஃபாத் துகள்களும் சம ஆற்றலுடையவையாக இருப்பதால், சம தொலைவே செல்கின்றன. வேறு ஓரிடத் தனிமத்தின் ஆல்ஃபாத் துகள்கள் வேறு சமதொலைவு சென்று மறையும் (படம் 6). இதுபோல் ஒவ்வொரு நொடியும் 370 கோடி ரேடியம் அணுக்கள் ஆல்ஃபாத் துகள்களாகவும், ரேடான் ஆவியாகவும் சிதைவுறுகின்றன! யுரேனியம் அணுவிலிருந்து ஒரு ஆல்ஃபாத் துகள் சிதைய 10 கோடி ஆண்டுகள் ஆகும் போது எப்படி ரேடியம் அணுவிலிருந்து ஒவ்வொரு நொடியும் 370 கோடி ஆல்ஃபாத் துகள்கள் சிதைய முடியுமென்பது மிகவும் வியப்பானது. 10 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் ஆல்ஃபாத் துகள்கள் சிதையத் தொடங்கியிருக்கின்றன. பல இடையூறுகளை எதிர்த்து ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நொடிக்கு 370 கோடி ஆல்ஃபாத் துகள்கள் சிதைவுறுகின்றன. ஆகையால் அந்தத் துகள்கள் எல்லாம் இப்பொழுது அதே இடைவெளியில் வெளியில் வந்து கொண்டிருக்கின்றன. ஒரு கிராம் ரேடியத்தில் இரண்டரை இலட்சம் கோடி அணுக்கள் உள்ளன. அவற்றின் அரைப்பகுதி, அதாவது ஒண்ணேகால் இலட்சம் கோடி அணுக்கள் கதிரியக்கத்திற்குள்ளாகி 1690 ஆண்டுகளில் சிதைவுறுகின்றன. மேலும் ஒரு 1690 ஆண்டுகளில் எஞ்சியுள்ள சரிபாதி சிதைவுறும். இது போலவே சிதைவு நிகழ்ந்துகொண்டு இருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு தனிமத்திலிருந்து அரைப்பங்கு சிதைய எடுக்கும் காலத்திற்கு, அரை ஆயுள்காலம் என்று பெயர். இயற்கையில் கிடைக்கும் தனிமங்கள் சிலவற்றின் அரை ஆயுள்காலம் ஒரு நொடியில் 10 ஆயிரம் கோடியில் ஒரு பங்கு; ஆனால் சில தனிமங்களின் அரை ஆயுள்காலமோ பல நூறு கோடி ஆண்டுகள் ஆகும்.

சிதைவால் ஏற்படும் பலனும் விளைவும்: சூரியனில் ஆல்ஃபாச் சிதைவு தொடர்ந்து இடைவிடாமல் நிகழ்ந்துகொண்டே இருக்கிறது. கரி, நைட்ரஜன், முதலியன வினையூக்கிகளாக இயங்கி, ஹைட்ரஜன் அணுக்களை மோதவிடுகின்றன. அப்போது நான்கு, நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து உருகி ஹீலியம் அணுக்கரு அல்லது ஆல்ஃபாத் துகளாக மாறுகின்றன. இந்த உருகும் நிகழ்ச்சியில் சிறிது பொருண்மை, ஆற்றலாக மாறி, அதில் ஒரு சிறுபகுதி மட்டும் கிடைப்பதால் உயிரினங்களுக்கு வாழ்வளிக்கின்றது. இந்நிகழ்ச்சி ஏற்படாவிட்டால் சூரிய ஆற்றலும் கிடைக்காது. உலகில் உயிரினங்களும் வாழ முடியாது. ஆனால் இந்நிகழ்ச்சியில் சூரியனின் பொருண்மை சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து ஒரு காலத்தில் சூரியனே இல்லாமல் போய்விடும். மேலும் சூரியனிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் எல்லாம் செலவானவுடன், அண்டத்தில் பல எதிர் வினைகள் ஏற்பட்டு அனல் கக்கும்; கண் கூசும் ஒளியுடன் கூடிய பேரழிப்பைத் தரவல்ல விளைவுகள் ஏற்படலாம். சூரியனும் உருக்குலைந்து குளிர்ந்துவிடும். பூமி சூரியனுக்கு அருகில் இருப்பதால் நமக்கும் கேடுதரும் விளைவுகள் ஏற்படும். பூமி வெண்ணெய்போல் உருகும். கடல் கொந்தளித்துப் பொங்கி ஆவியாகும். எல்லா உயிரினங்களும் அழிந்துவிடும். ஆனால் இப்படிப்பட்ட கொடிய விளைவுகள் நிகழ இன்னும் ஒரு கோடி ஆண்டுகள் ஆகும் என்று வல்லுநர்கள் கூறுகிறார்கள்.

த. முருககயன்.



படம் 6. காற்றில் ஊடுருவும் திறன்

நூலோதி

Rajam, J. B. Atomic Physics, S. Chand & Co., New Delhi, 1974.

ஆல்ஃபா செண்ட்டாரி

இது விண்வெளியின் தென்பகுதியில் உள்ள செண்ட்டாரஸ் விண்மீன்குழுக்களில் (centaurus constellation) காணப்படும் மிக அதிக ஒளி உடைய மூன்று விண்மீன்களின் அமைப்பு ஆகும். புவியில் 30° வட அகலாங்குக்குத் (north latitude) தெற்கே வாழ்பவர்களுக்கு மட்டுமே தெரியக்கூடியது. இது புவிக்கு 1.33 பார்செக் தொலைவில் மிக அருகில் அமைந்துள்ள விண்மீன்குழு ஆகும். இக்கூட்டமைப்பில் ஆல்ஃபா செண்ட்டாரி-A, (Alpha centari-A) ஆல்ஃபா செண்ட்டாரி-B, புராக்சிமா செண்ட்டாரி (proxima centari) என்ற மூன்று வின் மீன்கள் உள்ளன. காண்க, பார்செக், புராக்சிமா செண்ட்டாரி சூரியனிலிருந்து 4.3 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது. இது சூரியனுக்கு மிக அருகில் உள்ள விண்மீன் ஆகும். மற்ற இரண்டு விண்மீன்களும் மேலும் 0.1 ஒளியாண்டு தொலைவில் உள்ளன. இவை இரண்டும் ஒன்றையொன்று 80 ஆண்டுகளில் சுற்றுகின்றன. புராக்சிமா அவற்றை ஒரு மில்லியன் வருடத்தில் சுற்றுகிறது. அதிக வெளிச்சம் உடைய விண்மீனான இதன் நிறமாலை வகை G (Spectral type), விட்டம் (diameter), தனிப்பொலிவு,பருமை (absolute magnitude) போன்றவற்றில் சூரியனைப் போன்றே உள்ளது. இதனுடைய தோராயத் தோற்றப் பொலிவுப் பருமை (apparent visual magnitude) 0.1. ஆகும். இரண்டாவது வெளிச்சம் உடைய விண்மீனின் பொலிவுப் பருமை 1.5 ஆகும். இது சிவப்பு நிறமுடைய K வகை விண்மீன். மூன்றாவது வெளிச்சம் உடைய விண்மீன் 11 ஆவது பொலிவுப் பருமையுடையது. இது M5 நிறமாலை வகையைச் சார்ந்த சிவப்புக்குறு விண்மீனாகும். காண்க, ஒளியாண்டு.

பூமியிலிருந்து நோக்கும்போது அதிக வெளிச்சம் உடைய விண்மீன் குழுக்களில் இந்த விண்மீன்குழு மூன்றாவது விண்மீன்குழுவாகும். இதைவிட அதிக ஒளியுடைய விண்மீன்கள் அகத்திய விண்மீன் (canopus) மிருக சீரிடம் (sirius) ஆகும். சிவப்புப் புராக்சிமா கண்ணால் நேரடியாகப் பார்க்க முடியாத விண்மீன் ஆகும்.

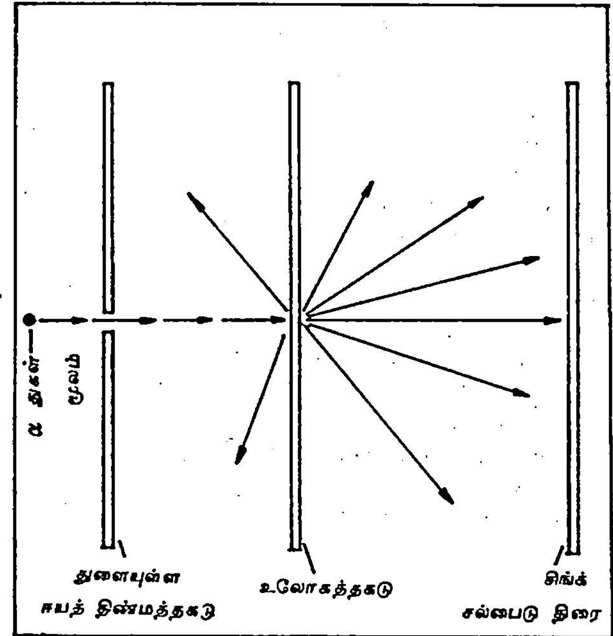
சு. சீனிவாசன்

ஆல்ஃபாத் துகள்

ஆல்ஃபாத் துகள் நேர்மின்னூட்டம் கொண்டவை. இரட்டை நேர்மின்னூட்டங் கொண்ட ஹீலியம் அணுக்கருவே.

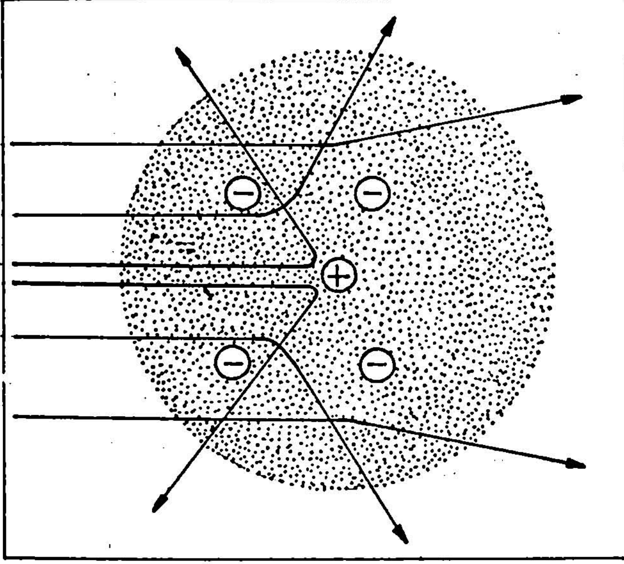
முதன் முதலில் 1896 ஆம் ஆண்டு ஹென்றி பெக்கரல்(Henry Becquerel)என்ற அறிவியலார் இயற்கைக் கதிரியக்கத்தைத் தற்செயலாகக் கண்டு பிடித்தார். இவர் யுரேனியத் தாதைப் பயன்படுத்தி ஆய்வு செய்கையில் புதுவகைக் கதிர்வீச்சைக் கண்டறிந்தார். இக்கதிர்கள் திண்மப் பொருள்களை ஊடுருவ வல்லமை பெற்றவையாக உள்ளன. கதிரியக்கப் பொருள்களின் உருமாற்றங்களின்போது தோற்றுவிக்கப் படும் இக்கதிர்வீச்சில் அதிக ஆற்றல் உள்ள ஆல்ஃபாத்துகள், அதிக திசைவேகம்' கொண்ட பீட்டாத்துகள் மற்றும் அதிக ஊடுருவும் தன்மை கொண்ட காமாத்துகள் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன.

ஆல்ஃபாச் சிதறல் (*alpha scattering*). ஆல்ஃபாத் துகள்கள் ஓர் அணுக்கருவை நெருங்கும்போது இவ்வகைச் சிதறல் ஏற்படுகிறது. இதனை முதன் முதலில் 1911 ஆம் ஆண்டு ரூதர்ஃபோர்டு (Rutherford) ஓர் ஆய்வின் மூலம் கண்டறிந்தார்.



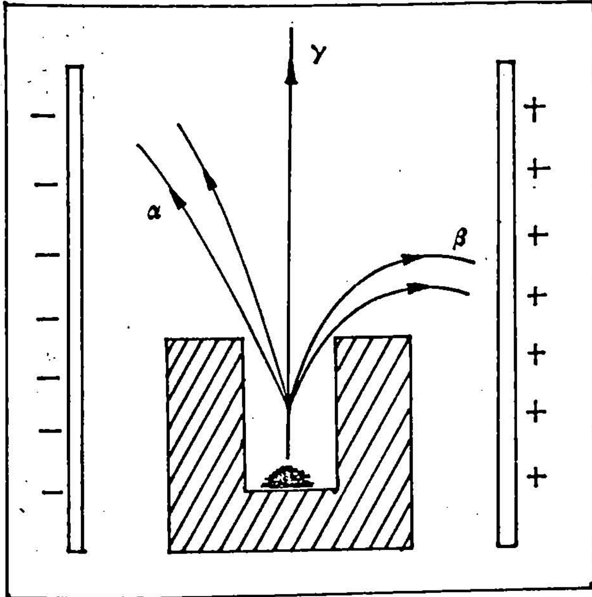
படம் 1. ஆல்ஃபாச் சிதறல்

ஆல்பாத்துகள்களை ஒரு உலோகத்தகட்டின் மீதுவிழச் செய்யும்போது, பெரும்பாலான ஆல்ஃபாத் துகள்கள் உலோக அணுவின் ஊடே நேராகச் செல்கின்றன. சில ஆல்ஃபாத் துகள்கள் அவற்றின் பாதையிலிருந்து விலகிச் செல்கின்றன. ஒருசில அவற்றின் பாதையிலிருந்து திருப்பியனுப்பப்படுகின்றன. தகட்டை ஊடுருவிச் செல்லும் ஆல்ஃபாத்துகளைக் கண்டறிய ஒரு சிங்க் சல்ஃபைடு பூசப்பட்ட திரை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆல்ஃபாத்துகள் அதன் மீது படும் போது பொறிச் சிதறல் உண்டாக்கப்படுகிறது.



படம் 2. ஆல்ஃபாத் துகளின் விலக்கம்

ஆல்ஃபாத் துகள்கள் விலக்கமடைவதற்குக் காரணம் ஆல்ஃபாத்துகள்களைப் போலவே நேர்மின்னூட்டம் கொண்ட பகுதி அணுவில் அடங்கியுள்ளது. எனவே தான் அப்பகுதிக்கு அருகில் செல்லும் நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற ஆல்ஃபாத் துகள்கள் விலக்கு விசைக்கு உள்ளாகிப் பாதையிலிருந்து விலக்க மடைந்து செல்கின்றன.



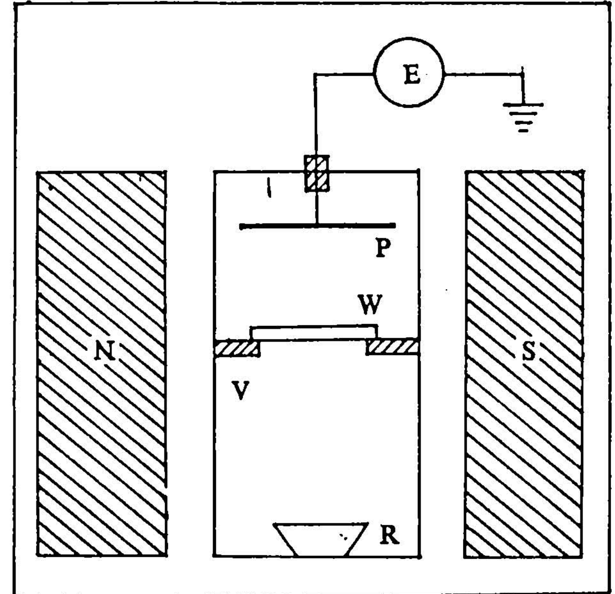
படம் 3. மின், காந்தப் புலத்தில் ஆல்ஃபாத் துகளின் விலக்கம்

மேலும் இவ்வெதிர்ப்பு ஆல்ஃபாத் துகளுக்கும் அணுவில் இருக்கும் நேர் மின்னூட்டத்திற்கும் இடையே செயல்படும் கூறும் விலக்கு விசையினால் ஏற்படுகிறது. இதனால் ஆல்ஃபாத்துகள்கள் அவற் றின் பாதையிலிருந்து சிதறி விலக்கமடைகின்றன. மேலும் ஆல்ஃபாத்துகள்கள் அணுவின் மையத்தை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அவற்றிடையே ஏற்படும் எதிர்ப்புவிசை அதிகரிக்கிறது. எனவே, ஆல்ஃபாத் துகள் பெருங்கோணச் சிதறலுக்கு உள்ளாகின்றது.

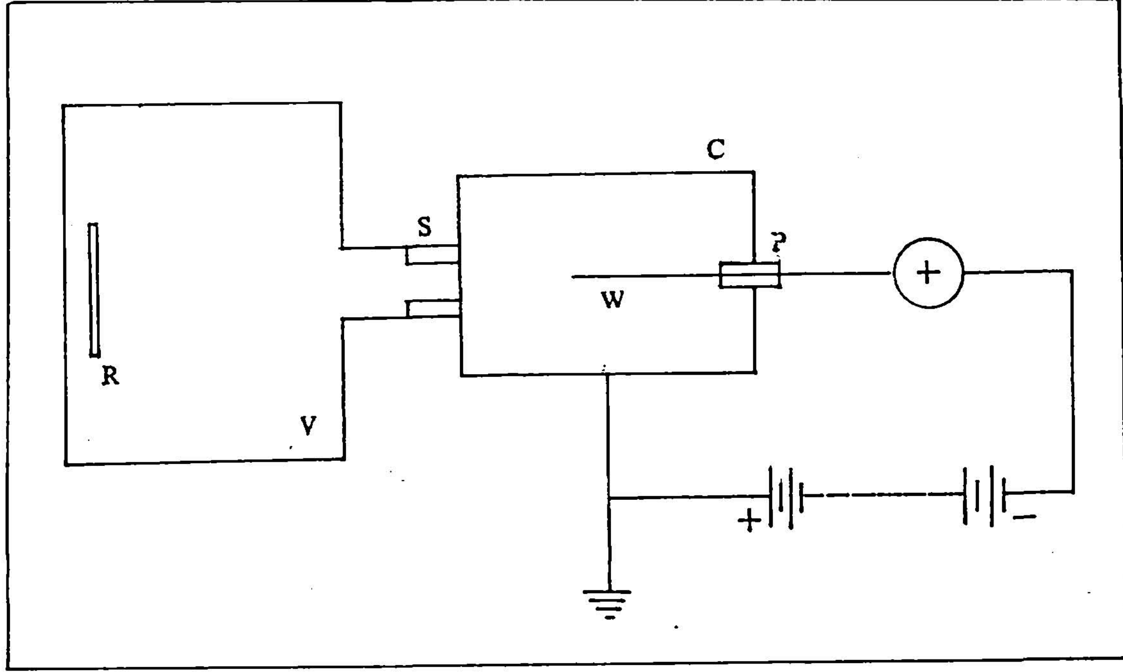
ருதர்ஃபோர்டு செய்த ஆய்விலிருந்து ஆல்ஃபாத் துகள்கள் எலக்ட்ரானைப் போன்று இருமடங்கு நேர்மின்னூட்டத்தை உடையவை என்பதும், ஹைட் ரஜனைப் போன்று நான்கு மடங்கு பொருண்மை யுடையவை என்பதும் தெரிய வந்தன.

ஆல்ஃபாத் துகளின் மின்னூட்டம். ஆல்ஃபாத் துக ளின்மின்னூட்டத்தை முதலில் கண்டறிந்தவர் ருதர்ஃ போர்டு ஆவார். 1902-இல் ஆல்ஃபாத் துகள்களை வலிமைமிக்க மின்புலத்திலும், காந்தப் புலத்திலும் உட்படுத்தி, அவை விலக்கமடைவதை அறிந்தார்.

ஒரு ஈயப் பாளத்தில் உள்ள ஆழமான துளை யின் அடியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ரேடியத்திலிருந்து வெளியாகும் கதிர்வீச்சை, மின்புலத்திற்கு உட்படுத்தி னால் ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற தகட்டிற்கு எதிர்ப்பக்கம் வளைந்து செல்வதைக் காணலாம். இதிலிருந்து ஆல்ஃபாத் துகள்கள் நேர் மின்னூட்டம் கொண்டவை என அறியப்படுகிறது. எனவேதான் அவை நேர்மின்னூட்டம் அளிக்கப் பட்ட தகட்டிலிருந்து விலகிச் செல்கின்றன.



படம் 4. ஆல்ஃபாத் துகளின் நேர்மின்னூட்டத்தை அளவிடல்



படம் 5. ஆல்ஃபாத் துகளின் மின்னூட்டத்தை மின்மானியால் அளவிடல்

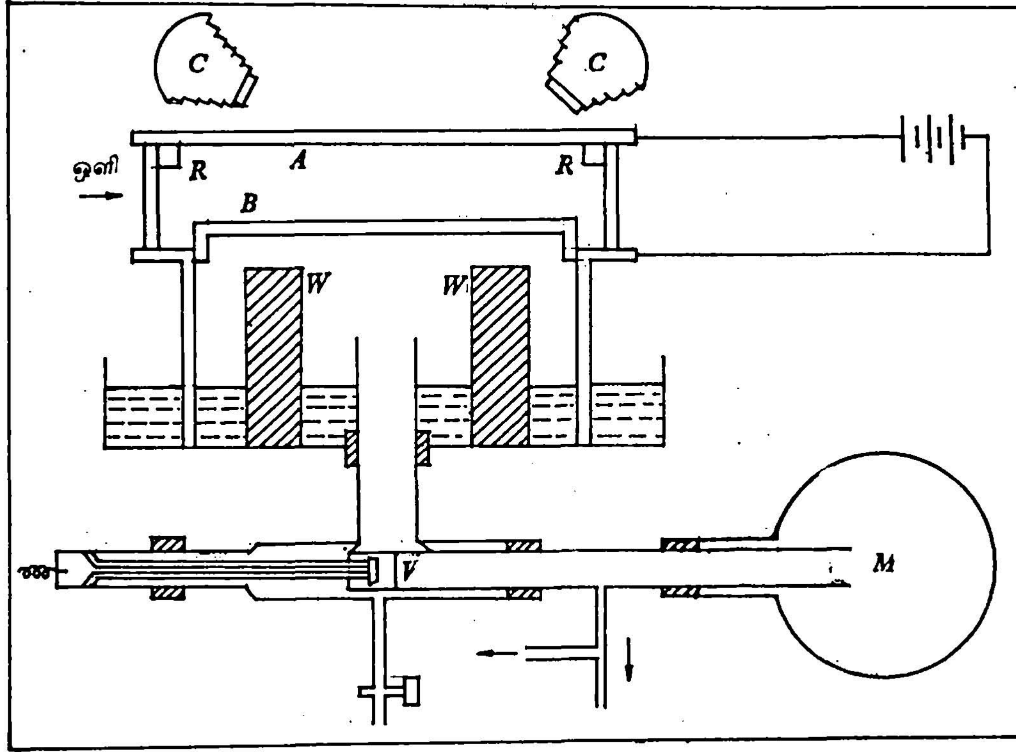
ஆல்ஃபாத்துகளின் நேர்மின்னூட்டத்தைப் பின் வருமாறு அளவிடலாம்.

R என்ற குவளையிலுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள ரேடியத்திலிருந்து வெளிவரும் கதிர்வீச்சு வலிமையான காந்தப் புலத்திற்குட்படுத்தப்படுவதால் அதில் அடங்கியுள்ள பீட்டாத்துகள்கள் விலக்கப் பெற்று,நேர்மின்னூட்டம் கொண்ட ஆல்ஃபாத் துகள்கள் மட்டும் மிக மெல்லிய அலுமினியத் தகட்டைக் (W) கடந்து இலக்குத் தகடான P ஐச் சென்றடைகின்றன. இவ்வாறு இலக்கடையும் துகள்களின் மின்னூட்டத்தை அத்தகட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்மானி உதவிகொண்டு தெரிந்து கொள்ளலாம். இதிலிருந்து ஒரு ஆல்ஃபாத்துகளின் மின்னூட்டத்தை அறிய, தகட்டை அடைந்த மொத்த ஆல்ஃபாத்துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டு அதிலிருந்து ஓர் ஆல்ஃபாத் துகளின் மின்னூட்டத்தைக் கணக்கிடலாம். ஆல்ஃபாத்துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் கெய்கர் ஆல்ஃபா துகள் எண்ணியைக் கொண்டு அறியலாம்.

இதில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ரேடியம் உள்ளடங்கிய R என்ற தகட்டிலிருந்து வெளிவரும் ஆல்ஃபாத்துகள்கள், மெல்லிய மைக்கா தகட்டினால் மூடப்பட்ட சிறு துளையின் வழியே உலோகத்தாலான உருளைவடிவப் பகுதியான C க்குள் நுழையும். இதனுள் அழுத்தம் ஒரு சில சென்டிமீட்டர் பாதரச அழுத்தத்திற்கு இருக்கும். மேலும் அதன் அச்சுக்கு ஒருங்கிணைப்பாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள கம்பி W க்கும் இந்த உருளைக்கும் இடையே மின்கலம் ஒரு மின்மானி மற்றும் மின்கலம் B யுடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் கம்பி W க்கும் உலோக உருளை C க்கும் இடையே ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னழுத்த வேறுபாடு உண்டாகின்றது. இந்நிலையில் ஒரு துகள் இவ்வுருளைக்குள் நுழைவதால் அயனியாக்கம் பெற்றுத் திடீர் மின்னோட்ட வேறுபாட்டை ஏற்படுத்துகிறது. இது மின்மானியில் பதிவு செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறாக ஒவ்வொரு ஆல்ஃபாத் துகளின் நுழைவையும் பதிவு செய்து மொத்த ஆல்ஃபாத் துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டறியாலாம். இம்முறையில் கண்டறிந்த ஆல்ஃபாத் துகளின் மின்னூட்டம் 9.3×10^{-10} நிலைமின்னலகு எனக் கணக்கிட்டுள்ளார்கள்.

கூட்டுச் சிதறல் (Compound scattering) ஆல்ஃபாத் துகள் ஒன்று ஒரு மெல்லிய தகட்டின் வழியே செல்லும் போது ஏற்படும் கோணச் சிதறல் (ϕ) ஓர் அணுக்கருவினால் மட்டும் ஏற்படுத்தப்பட்ட சிதறலன்று. காரணம், இந்த அளவு தடிமனுள்ள மெல்லிய தகட்டில் பல அணுக்கள் அடங்கியுள்ளன. இதில் ஒவ்வொரு அணுவின் அணுக்கருவும் ஆல்ஃபாத் துகளின் பாதையில் விலக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கும். இங்கு செயல்படும் விலக்குவிசை அத்துகள் செல்லும் பாதைக்கும் அவ் அணுக்கருக்களுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

சாதாரணமாக ஒரு அணுவினால் ஆல்ஃபாத் துகளின் பாதையில் ஏற்படுத்தப்படும் சிறு விலக்கம்

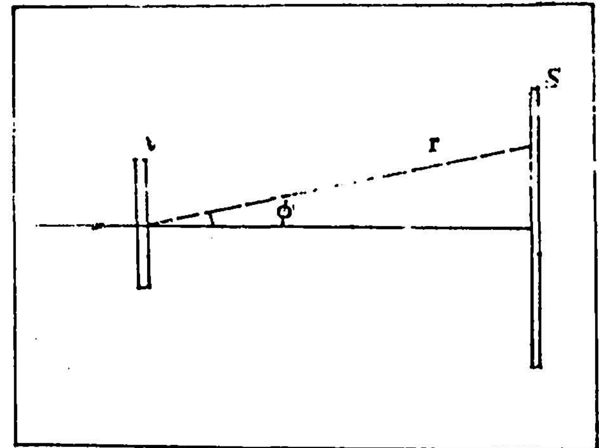


படம் 6. வில்சன் முகிற்கலன்

எனக் கொண்டால், t தடிமனுள்ள மெல்லிய சிதறச் செய்யும் தகட்டினுள் உள்ள η எண்ணிக்கை அணுக்களினால் ஆல்ஃபாத் துகளின் பாதையில் ஏற்படுத்தப்படும் மொத்த சராசரி விலக்கம் ϕ ஆகும். $\phi = \theta$ (π η a^2t). இச்சமன்பாட்டில் a என்பது அணுவின் ஆரமாகும். சிதறச்செய்யும் தகடு மெல்லிய தங்கத் தகடானால் $t = 4 \times 10^{-5}$ செ.மீ. என்றும் $a = 10^{-8}$ என்றும் கொண்டால், $\phi = 30\ \theta$. இவ்விதம் பல அணுக்களினால் ஓர் ஆல்ஃபாத்துகளின் பாதையில் ஏற்படுத்தப்படும் சிதறல், கூட்டுச் சிதறல் அல்லது பெருக்கச் சிதறல் எனப்படும்.

ஒற்றை ஆல்ஃபாத் துகள் கண்டறியும் முறை. ஒரே ஒரு தனிப்பட்ட ஆல்ஃபாத் துகளைக் கெய்கர் ஆல்ஃபாத் துகள் எண்ணியின் உதவியுடன் கண்டறியலாம். மேலும் மற்றொரு கருவியான வில்சன் முகிற்கலம் கொண்டும் கண்டுணரலாம்.

இக்கருவியில் A மற்றும் B என்கின்ற இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையே தெவிட்டிய ஈரப்பதமுள்ள காற்று இருக்கும். இதன் கீழ்ப்பகுதியில் M என்ற மற்றொரு கலம் V என்ற கட்டுப்பாட்டிதழை அதன் பக்கக் குழாயுடன் உள்ளடக்கி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கதிரியக்கப் பொருள் கலத்தினுள் செல்லும்போது, அதிலுள்ள வளிமத்தின் அழுத்தம் திடீரெனக் குறைக்கப்படுகிறது. இதனால் வளிமம் வெப்பம்மாறா விரிவு (adiabatic expansion) அடைகின்றது. இதனால் நீராவி குளிர்விக்கப்பட்டு வளிமத்தோடு சேர்ந்திருக்கும். தூசித் துகளின் மீதும் வளிம அயனிகளின் மீதும் படிந்து நீர்த்துளிகள் உண்டாகின்றன. இதனால் கதிரியக்கத் துகள்கள்



படம் 7
ருதர்ஃபோர்டு சிதறல் வாய்பாடு

செல்கின்ற பாதைகள் எல்லாம் நீர்த் துளிகள் உண்டாகி ஒரு கோட்டுச் சுவட்டை உண்டாக்கு கின்றன. இத்துளிகளின்மீது செறிந்த ஒளியை விழச் செய்து ஒளிப்படக்கருவியின் (C) உதவி கொண்டு இச்சுவடுகளைப் படம் எடுக்கலாம்.

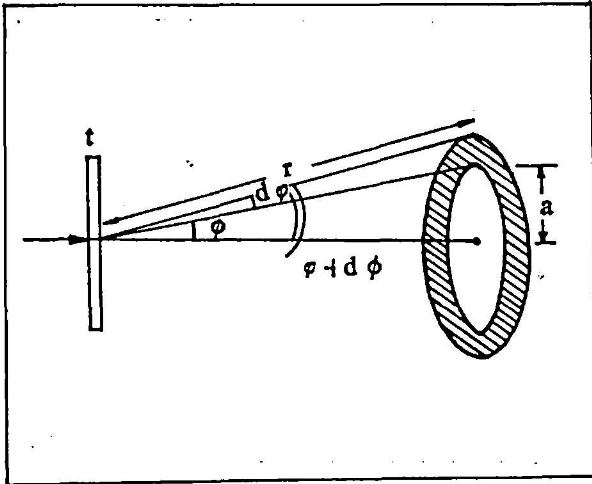
ரூதர்ஃபோர்டு சிதறல் வாய்பாடு அல்லது தலைகீழ் இருமடிச் சிதறல். ஆல்ஃபாத் துகள் கற்றை ஒன்றை மெல்லிய t தடிப்புக்கொண்ட சிதறச் செய்யும் தகட்டின் மீது விழச் செய்து, அத்தகட்டின் ஓரலகு பருமனில் இருப்பதாகக் கொள்ளப்படும் η அணுக்களின் மீது விழுகின்ற ஆல்ஃபாத் துகளின் எண்ணிக்கை X_0 என்று கொண்டால், அவற்றால் X ஆல்ஃபாத் துகள்கள் ϕ கோணச் சிதறல் பெற்று r தொலைவில் ஒளித்திரையில் (S) படுகின்றன.

இயக்கக் கொள்கையின் அடிப்படையில் P என்னும் தொலைவுக்குள் வரக்கூடிய ஆல்ஃபாத்துகள் களின் எண்ணிக்கை $\pi p^2 x_0 \eta t$ ஆகும்.

மோதலுக்குப் பின் இத்துகள்கள் எல்லாம் ϕ முதல் $\phi + d\phi$ வரையிலான கோணங்களுக்கு இடையே சிதறலுறும். எனவே, இக்கோணங்களுக்கு இடையே சிதறும் ஆல்ஃபாத் துகள்களின் எண்ணிக்கை $2\pi p x_0 t \eta dp$ என்றும், இத்துகள் சிதறச் செய் பொருளிலிருந்து γ தொலைவிலுள்ள ஒளிர் திரையில் விழுவதாகக் கொண்டால், துகள் விழுகின்ற இடத்தின் பரப்பு = $2\pi r \sin\phi \times d\phi$ ஆகியவற்றிலிருந்து l சதுர செ.மீ. பரப்பில் திரையின் மீது விழுகின்ற ஆல்ஃபாத் துகள் களின் எண்ணிக்கை

$$x = \frac{x_0 t}{r^2} \frac{\eta z^2}{m^2} \frac{e^4}{\gamma_0^4} \operatorname{Cosec}^4 (\phi/_2) \text{ ஆகும்.}$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து ϕ அளவு கோணத்தில் சிதறலுற்றுத் திரையில் பட்டு ஒளிரும் ஆல்ஃபாத்து களின் எண்ணிக்கையை (x) எண்ணி அறியலாம். இதிலிருந்து இவ்வெண்ணிக்கை (x), தகட்டின் தடிப்பிற்கு (t) நேர்விகிதத்திலும் $\operatorname{Cosec}^4 (\phi/_2)$ என்பதற்கு நேர்விகிதத்திலும் அணுக்கரு மின்னூட்டத்தின் (Ze^2) இருமடிக்கு நேர்விகிதத்திலும் ஆல்ஃபாத் துகளின் தொடக்க இயக்க ஆற்றலின் $(m\gamma^2_0)$ இருமடிக்கு எதிர் விகிதத்திலும் உள்ளது என அறியலாம்.



படம் 8. தலைகீழ் இருமடிச் சிதறல்

ம. அருள் தளபதி

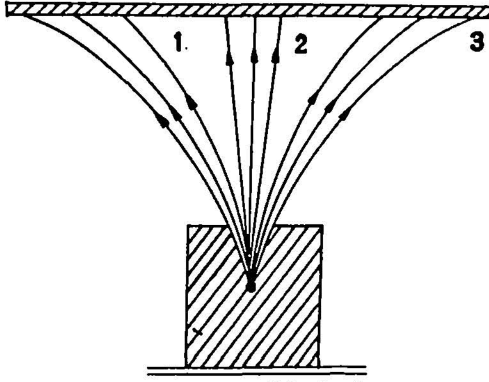
நூலோதி

Rajam J.B., Atomic Physics, S.Chand & Co, New Delhi, 1964.

ஆல்ஃபா நிறமாலை

கதிரியக்கமுள்ள அணுக்கரு உமிழும் ஆல்ஃபாத் துகள்களின் வெவ்வேறு ஆற்றல் தொகுப்பினை ஆல்ஃபா நிறமாலை என்றும் ஆல்ஃபாக்கதிர் மாலை என்றும் கூறுவர். இதைப்பற்றித் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள, இத்துகள்கள் உமிழப்படும் நிகழ்ச்சியாகிய இயற்கைக் கதிரியக்கம் பற்றி முதலில் தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். 1896 ஆம் ஆண்டு பெக்கரல் (Becqueral) என்ற பிரெஞ்சு அறிவியலறிஞர் X கதிர் களின் தன்மைகளைப் பற்றி அறிய நிகழ்த்திய ஆய்வின்போது ஒரு ஒளிப்படத்தட்டின் கீழ் வைக்கப் பட்ட யுரேனியம் தாதுவால் அதட்டில மாற்றம் நிகழ்ந்திருப்பதைக் கண்டார். வேறுபல ஆய்வுகளுக் குப்பின் யுரேனியம் தாதுவில் இருந்து உமிழப்படும் கதிரியக்கத்தால் ஒளிப்படத்தட்டில் மாறுதல் நிகழ்வ தாகக் கண்டறிந்தார்.

இவருக்குப்பின்,மேரி கியூரி அம்மையாரும், அவது கணவர் பியரி கியூரியும் தொடர்ந்து நடத்திய ஆய்வுகளால் யுரேனியம், பொலோனியம், ரேடியம் போன்ற தனிமங்கள் ஆற்றல் மிக்க கதிர்களை உமிழ்வதைக் கண்டு அதற்குக் கதிரியக்கம் எனப் பெயரிட்டனர். கதிரியக்கததால் வெளிவரும் கதிர் கள் மூன்று வகைப்பட்டவை என்பதை எர்னஸ்ட் ரூதர்போர்டு என்பார் கண்டறிந்தார். ஈயப் பாளம் ஒன்றில், நுண்ணிய ஆழமான ஒரு துளை யிட்டு அதில் யுரேனியம் தாதுவை (அல்லது கதிரி யக்கமுள்ள தனிமத்தின் தாதுவை) வைத்தால் அதி லிருந்து கதிர்கள் மேற்புறமாக வெளிவரும். இக் கதிர்களைக் காற்று உட்கவர்ந்துவிடுமாதலால் அந்த ஈயப் பாளத்தை வேறொரு கலத்தில் வைத்து அக்கலத்தில் உள்ள காற்றை அகற்றி வெற்றிட மாக்க வேண்டும். பின்னர் கதிரியக்கக் கதிர்கள் செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாகவும், தாளின் மேற் புறமிருந்து உட்புறமாகவும் செயற்படும் ஒரு காந்தப் புலம் அமைக்கப்படின், அக்கதிர்கள் படத்தில் காட் டியபடிப் பிரிவுபடும்.



படம் 1. கதிரியக்கம்

1. ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் 2. காமாக் கதிர்கள்
3. பீட்டாக் கதிர்கள்

கதிர்கள் படத்தில் உள்ளபடி இடப்புறத்தே விலக்கமுற்று வளைந்து செல்லுபவை ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் எனவும், வலப்புறம் மிக வளைந்து செல்லுபவை பீட்டாக் கதிர்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. மற்றும் ஒரு வகைக் கதிர்கள் காந்தப் புலத்தால் எந்த மாற்றமும் அடையாமல் நேரே மேலே சென்று ஒளிப்படத் தட்டை அடையும். இவை காமாக் கதிர்கள் எனப்படும்.

ஆல்ஃபாக் கதிர்களின் பிற பண்புகளை ஆய்வாளர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். அவையாவன, ஆல்ஃபாத் துகள்கள் நேர்மின்னூட்டம் கொண்டவை. இவற்றின் மின்னூட்டப் பொருண்மைத் தகவிலிருந்து, இவை அயனியாக்கப்பட்ட ஹீலியம் அணுக்களே எனக் கண்டறியப்பட்டன. இக்கதிர்கள் வளிமங்களினூடே செல்லும்போது அயனியாக்கும் தன்மை பெற்றவை. மெல்லிய தடிப்புள்ள திண்பொருள்களால் இவை உட்கவரப்படுகின்றன. துத்தநாக சல்பைடு பூசப்பட்ட ஒரு கண்ணாடித் தட்டின் (அணுக்கருக்களோடு) ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் மோதும் பொழுது, செயற்கைக் கருமாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

அணுக்கருவிலிருந்து உமிழப்படும் ஆல்ஃபாத் துகள்கள் வெவ்வேறு திசைவேகங்களில் வெளிவருகின்றன. எனவே, இந்தத் துகள்கள் வெவ்வேறு ஆற்றலுடையவையாய் இருக்கின்றன. இதன் காரணமாகத்தான் இது ஆல்ஃபா நிறமாலை எனப்பட்டது. இதனை ஆல்ஃபாக்கதிர் ஆற்றல் மாலை என்பாரும் உண்டு. ஒரே தனிமத்தின் அணுக்கருவினின்றும் வெவ்வேறு ஆற்றல் கொண்ட ஆல்ஃபாத்துகள்கள் வெளிவருவதைக் கண்டு திகைப்புற்ற ஆய்வாளர்கள் அதுபற்றி அறிய நடத்திய ஆய்வுகளினின்றும், அணுக்கருவிற்கும் பல ஆற்றல் நிலைகள் உள்ளன என்பதைக் கண்டனர்.

ஆல்ஃபாத் துகள்களின் ஆற்றல் மற்றும் திசைவேகத்தினைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடும் முறை, காந்தப் புலத்தில் இத் துகள்கள் விலக்கமடைவதை அடிப்படையாகக் கொண்டது. மின்னூட்டங் கொண்ட துகள்கள் காந்தப் புலத்தினூடே செல்லும் போது அவை ஒரு வட்டப் பாதையில் செல்லும். அவ்வட்டத்தின் ஆரம், துகள்களின் திசை வேகத் திற்கொப்ப வேறுபடும். இதனைக் கீழுள்ள சமன்பாடு விளக்கும்.

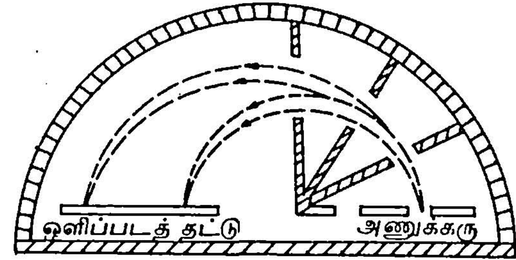
$$B e v = \frac{M v^2}{r}$$

இதில், B என்பது காந்தப் புலப் பாய அடர்த்தி e மின்னூட்டம், M துகளின் பொருண்மை, r வட்டப் பாதையின் ஆரம், v துகளின்விரைவு அல்லது திசைவேகமாகும். இதிலிருந்து,

$$v = \left(\frac{e}{M}\right) Br$$

என அறியலாம். அதாவது, ஆல்ஃபாத் துகள்களின் திசைவேகத்தினைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட, அதன் மின்னூட்டப் பொருண்மையின் தகவு (Charge to mass ratio); காந்தப் பெருக்கு அடர்த்தி (Magnetic flux density), துகள் விலக்கமுற்றுச் செல்லும் வட்டப் பாதையின் ஆரம் ஆகியவற்றை அறிதல் வேண்டும்.

மேற்கண்ட தத்துவத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த ஆய்கருவியே காந்த நிறமாலைவரைவி (Magneto, spectrograph) எனப்படும். இதனை ஆல்ஃபாக்கதிர் நிரல்மானி என்றும் கூறுவர்.



படம் 2. ஆல்∴பாக் கதிர் நிரல்மானி

இதன் அமைப்பு ஒரு பொருண்மை நிரல்மானியை ஒத்திருக்கிறது. பொருண்மைநிரல்மானியில் வெவ்வேறு பொருண்மை அணுக்களெல்லாம், காந்தப் புலத்தினால் வெவ்வேறு இடங்களில் குவிக்கப்பெறுதல் போன்று இந்நிரல் மானியில் வெவ்வேறுதிசை வேகமுள்ள ஆல்ஃபாத் துகள்கள் காந்தப் புலத்தால் வளைக்கப்பட்டு வெவ்வேறு இடங்களில்

குவிக்கப்படுகின்றன. மேலே படத்தில் கண்டபடி கதிரியக்கமுள்ள அணுக்கரு மூலமொன்றிலிருந்து வெளிவரும் ஆல்ஃபாத் துகள்கள், காந்தப்புலத்தால் வளைவுற்று ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அமைக்கப்பட்ட பிளவுகளின் வழியாக ஒளிப்படத் தட்டைவெவ்வேறு இடங்களில் (அ,ஆ) சென்றடைகின்றன. அவை செல்லும் அரை வட்டப் பாதையின் ஆரம் பெரும்பாலும் 40 முதல் 50 செ.மீ. வரை இருப்பதாகக் கண்டுள்ளனர். ஆய்வில், ஏறத்தாழ மூன்று டெஸ்லா (tesla) காந்தப் புலம் செயற்படுகையில், ஆல்ஃபாத் துகள்களின் திசைவேகம் 1.6×10^7 மீ/நொடி முதல் 2.2×10^7 மீ/நொடி வரை வேறுபடுவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

இவ்வாறு மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிடப்பட்ட ஆல்ஃபாத் துகள்களின் திசைவேகத்தினின்றும் அவற்றின் இயக்க ஆற்றலைக் கணக்கிட்டுவிடலாம்.

காந்த நிற மாலை வரைவி முறையில் பெறப்பட்ட ஆல்ஃபாத் துகள்களின் திசை வேகங்களும் ஆற்றல்களும்

கதிரியக்க அணுக்கரு	விரைவு (திசைவேகம் $\times 10^7$மீ/நொடி	ஆற்றல் மி.எ.வோ.
Rac (Ra^{226})	1.5167	4.779
Raf (Po^{210})	1.5972	5.3007
ThX (Ra^{224})	1.6533	5.6814
ThC (Bi^{212})	1.7059	6.0466
ThC (Po^{212})	2.0514	8.7801

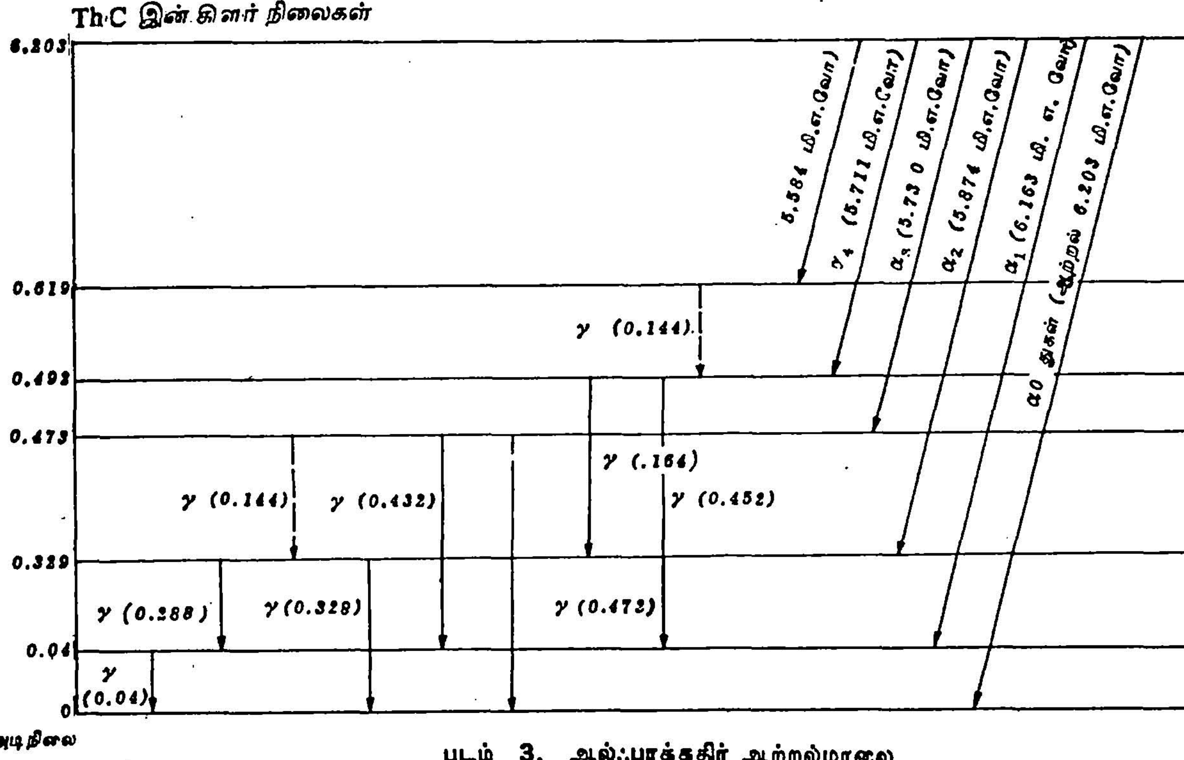
ஆல்ஃபாத் துகள்கள் எளிதாக உட்கவரப்படக் கூடியவை. ஒரு மெல்லிய தாள் ஏறத்தாழ எல்லாத் துகள்களையும் உட்கவர்ந்துவிடும். ஒரு அஞ்சலட்டையின் தடிப்பு உள்ள தாள் எல்லாத் துகள்களையும் தடுக்கக் கூடியதாகும். இதனாலேயே ஆல்ஃபாத் துகள்கள் உடலில் உண்டாக்கும் தீய விளைவுகளிலிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்ள ஆய்வுக் கூடங்களில் உள்ளோர் சற்றே தடிப்புள்ள மேலங்கிகளை அணிகின்றனர்.

ஆல்ஃபாத் துகள்கள் அயனியாக்கும் தன்மை கொண்டவை. இதனை ஒரு அயனிக் கலம் (ionisation chamber) கொண்டு அறியலாம். கதிரியக்கங் கொண்ட அணுக்கரு மூலமொன்றிலிருந்து சிறிது தொலைவில் ஒரு அயனிக்கலம் அமைத்து, ஆல்ஃபாத் துகள்களின் அயனியாக்கத்தை ஒரு மின்மானி கொண்டு அளவிடலாம். இதில், அயனிக்கலத்தின் தொலைவைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அதிகரிக்க, அயனியாக்கம் தொடக்கத்தில் அதிகமாகிப் பின் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவுக்கப்பால் சுழியாகிவிடும். இவ்வாறு அணுக்கரு மூலத்திலிருந்து அயனியாக்கம் சுழியாகும் வரையுள்ள தொலைவை அத்துகளின் இயக்க இடைவெளி அல்லது நெடுக்கம் (range) என்கிறோம். இது ஏனெனில் காற்றில் ஆல்ஃபாத் துகள்கள் செல்லும்போது அதிலுள்ள அணுக்களோடு மோதுவதால் அத்துகளின் ஆற்றல் குறைகிறது. இத்துகள்கள் தொடர்ந்து செல்லுவதால் ஆற்றலும் குறைந்து கொண்டே வந்து முடிவில் சுழியாகிவிடுகிறது.

இதிலிருந்து நெடுக்கத்திற்கும் ஆற்றலுக்கும் ஏதோவொரு தொடர்பிருக்க வேண்டுமென அறிகிறோம். இதனை, $R = 0.318\ E^{3/2}$ என்ற சமன்பாட்டால் இயற்பியல் வல்லுநர்கள் குறிப்பிடுகின்றனர். இதனைப் பயன்படுத்தி, ஒரு ஆல்ஃபாத் துகளின் சராசரி நெடுக்கத்தை (P) அளவிட்டால், அதன் ஆற்றல் (E) அளவை அறிய முடியும்.

இதுகாறும் கண்ட தீர்வுகள் எல்லா ஆல்ஃபாத் துகள்களும் ஒரே தொடக்கத் திசைவேகமும் ஆற்றலும் கொண்டவை என்பதன் அடிப்படையில் அமைந்தவை. ரூதர்போர்டு, உட் (Wood) என்ற இரு அறிஞர்களும் இவைபற்றி மேலும் அறிய முற்பட்டு, அதிக நுட்பமுள்ள ஆய்கருவிகளைக் கொண்டு ஆய்வுகள் நடத்தினர். இதன் பயனாக பல்வேறு ஆற்றல்கள் கொண்ட துகள்கள் உள்ளன என்ற உண்மையைக் கண்டனர். மேலும் ரேடியம் சி யும், தோரியம் சி யும் உமிழும் ஆல்ஃபாத் துகள்களில், சில நீண்ட நெடுக்கமுள்ள துகள்கள் உள்ளன என்றும், அவை மற்ற துகள்களைவிட அதிக ஆற்றல் பெற்றவை என்றும் தெரிய வந்தன. காந்த நிறமாலை வரைவி கொண்டு இவற்றை ஆய்ந்தபோது, நீரோடையில் ஓடும் பெரும்பாலான சிறு மீன்களோடு பெருமீன்களும் வருதல் போன்று, RaC இலிருந்து வெளிவரும் பெருவாரியான ஆல்ஃபாத் கதிர்களோடு 8.3 மி.எ.வோ. முதல் 10 5 மி.எ.வோ வரை வெவ்வேறு ஆற்றல் கொண்ட நீண்ட நெடுக்கமுள்ள 12 குழுக்களாக ஆல்ஃபாத் துகள்கள் வெளிவந்தன.

1930-ஆம் ஆண்டில் ரோசன்பிளம் (Rosenblum) என்ற அறிஞர் கதிரியக்க அணுக்கருவினின்றும் உமிழப்படும் ஆல்ஃபாத் துகள்கள் ஒரே ஆற்றலைக் கொண்டவையாக இல்லாமல், மிக நெருக்கமாக அமைந்த வெவ்வேறு திசைவேகங்களைக் கொண்ட குழுக்களாக வருவதைக் கண்டார். இதுவே ஆல்ஃபாக் கதிர் ஆற்றல் மாலையின் மீநுண் வரியமைப்பு (fine structure) எனப்படுகிறது. அடுத்து நடத்தப்பட்ட பல ஆய்வுகளின் பயனாய் வெவ்வேறு தனிம அணுக்கருக்களிலிருந்து உமிழப்படும் ஆல்ஃபாக் துகள்களில் உள்ள குழுக்களும், அக்குழுவில் உள்ள துகள்களின் ஆற்றல்களும் கணக்கிடப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக, ரேடியத்தில் மூன்று குழுக்களும் அயோனியத்தில் (Ionium Th^{230}) நான்கு குழுக்களும் தோரியம் சி யில் ஆறுகுழுக்களும் Ra Ac (Th^{227}) இல் 14 குழுக்களும் இருப்பதாகக் கண்டுள்ளனர். இங்கு Th C (Bi^{212}) இன் ஆல்ஃபாத் துகளின் ஆற்றல்



படம் 3. ஆல்ஃபாக்கதிர் ஆற்றல்மாலை

மாலை கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

குழு	ஆல்ஃபாத் துகளின் ஆற்றல் மி.எ.வோ.	துகள்களின் விழுக்காடு
α_0	6.086	27.2
α_1	6.047	69.9
α_2	5.765	1.7
α_3	5.622	0.15
α_4	5.603	1.1
α_5	5.478	0.016

ஆல்ஃபாத் துகள் ஆற்றல் மாலைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளின் முடிவுகளிலிருந்து, இந்நிறமாலைகளை மூன்று வகையாகப் பகுக்கலாம். முதலாவதாக ஒற்றை வரி அல்லது ஒற்றைக் குழுவாலான ஆற்றல் மாலைக்கு எடுத்துக்காட்டாக Rn, Ra A, RaF, ஆகியவற்றின் ஆற்றல் மாலைகளைக் கூறலாம். இரண்டாவதாக, ஏறத்தாழ ஒரே செறிவினைக் கொண்ட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மிக நெருங்கிய தனித்தனிப் பகுதிகளைக் கொண்ட ஆல்ஃபா ஆற்றல் மாலைக்கு எடுத்துக்காட்டாக Th C, An, AcX, ThX மற்றும் பலவற்றின் ஆற்றல் மாலைகளைக் கூறலாம். மூன்றாவதாக குறிப்பிட்ட ஆற்றல்களுடன் கூடிய முக்கிய குழுவோடு, அதிக ஆற்றல் பெற்ற நீண்ட நெடுக்கமுள்ள துகள்களையும் உள்ளடக்கிய குழுவோடு, அதிக ஆற்றல் பெற்ற மாலையைக் கூறலாம்.

இவ்வகை ஆற்றல் மாலை அரிதான ஒன்றாகும். ஏனெனில், மிகக் குறுகிய வாழ்வுக் காலம் கொண்ட கதிரியக்க அணுக்கருக்களில் மட்டுமே இது தோன்றுகிறது.

இவ்வாறு அணுக்கருவின் ஆற்றல் மட்டம் படிப் படியாகக் குறையும்போது ஒவ்வொரு மட்டத்திலும் ஓரளவு ஆற்றல்கொண்ட ஆல்ஃபாத் துகள்களை உமிழுவதோடு, காமாக் கதிர்களையும் வெளிப் படுத்துகிறது. இதனைக் மேல்காணும் படத்தின் மூலம் அறியலாம்.

இதிலிருந்து, அணுக்கருவிற்கும்ஆற்றல் நிலைகள் (மட்டங்கள்) உண்டு என்பதையும் ஆற்றலினைப் பெற்றுவிட்ட அணுக்கருக்கள் அவ்வாற்றலை ஆல் ஃபாக் கதிர்களாகவும், காமாக் கதிர்களாகவும் வெளியிட்டு விடுகின்றன என்பதையும், இதுவே ஆல்ஃபாக் கதிர்களின் தோற்றுவாயாக அமைகின்றது என்பதையும், இதன் காரணமாகவே ஆல்பாத் துகள் ஆற்றல் மாலையை நாம் பெற முடிகிறது என்பதையும் அறியலாம். 1926ஆம் ஆண்டு வரை இயற்கைக் கதிரியக்கத்தில் தோன்றும் காமாக் கதிர்கள் எங்கிருந்து வருகின்றன என்பது இயற்பியல் வல்லுநர்களுக்கு ஒரு புரியாத புதிராகவே இருந்து வந்தது. அணுக்கருவின் ஆற்றல் மட்டங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் விளைவாகவே, இக்காமக் கதிர்களின் தோற்றுவாயும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்பது இங்குக் குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

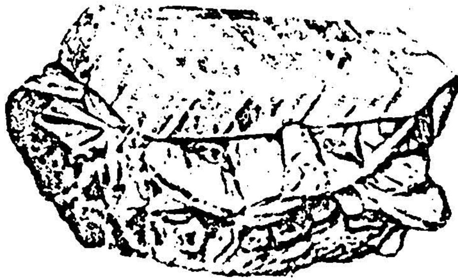
நூலோதி

1. சுப்பிரமணியன், கா. வே., அணுக்கரு இயற்பியல், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1972.
2. Rajam J. B., Atomic Physics, S. Chand & Co., New Delhi, 1964.
3. Enge, H. A., Introduction to Nuclear Physics, Addison Wesley Publishing & Co., London, 1966.

ஆல்பைட்டு

பிளஜியோகிளேசு பெல்சுபார் குழுவில் ஒரு முக்கியமான கனிமம் ஆல்பைட்டு (albite) ஆகும். இதன் வேதியியல் உட்கூறு சோடியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டு ($NaAl_3Si_3O_8$) ஆகும். பாறைகளின் கனிமத் திரட்சிகளில் இருக்கும் ஆல்பைட்டுகளில் 10% வரை கால்சியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டும் ($CaAl_2Si_2O_8$) 90% வரை சோடியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டும் ($NaAlSi_3O_8$) இருக்கும்.

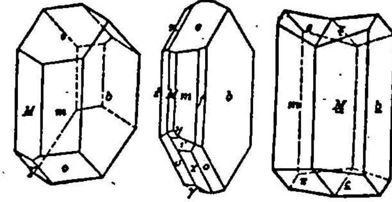
இயற்பியல் பண்புகள். இது முச்சரிவுத் தொகுதியைச் (triclinic system) சேர்ந்தது. அதிக அளவில் படிக உருவிலேயே கிடைக்கிறது. படிகங்கள் பக்க இணை வடிவு முகங்களுக்கு (side pinacoid) இணையாக, தட்டையாக இருக்கும். இக்கனிமம் திண்மையான கட்டிகளாகவும், சிறுமணிகளின் திரட்சியாகவும் கிடைக்கின்றன. மேலும் இவை இரட்டைப் படிகங்களாகவும் (twin crystals), அவ்விரட்டைப் படிகங்கள் கார்ல்ஸ்பாடு (carlsbad), ஆல்பைட்டு (albite), பெரிக்ளினைன் (pericline), ஆகிய மூன்று வகை ஒழுங்குகளிலும் கிடைக்கின்றன. இவை அடி இணை வடிவு முகங்களுக்கு (basal pinacoid) இணையாகவும், பக்க இணை வடிவு முகங்களுக்கு



படம் 1. ஆல்பைட்டுக் கனிமத்தின் தோற்றம்

(side pinacoid) இணையாகவும் நிறைவாக இருக்கின்றன. இது வெள்ளை நிறத்திலும் சில சமயங்களில் நீலம், சாம்பல், சிவப்பு அல்லது பச்சை கலந்தும் இருக்கும். கண்ணாடி (vitreous) மிளிர்வும் அடியிணை வடிவப் பக்கங்களுக்கு இணையான கனிமப் பிளவுகளில் முத்துப் போன்ற மிளிர்வும் பெற்றிருக்கும். ஒளி புகும் (transparent) தன்மை முதல் ஒளி கசியும் (translucent) வரை மாறும் பண்புடையது. ஒழுங்கற்ற முறிவு கொண்டது. இதன் கடினத்தன்மை 6 முதல் 6.5 வரை மாறும். இதன் அடர்த்தி எண் 2.60 முதல் 2.62 வரையிலும் மாறும்.

ஒளியியல் பண்புகள். மெல்லிய கனிமச் சீவலாகத் (thin section) தேய்க்கப்பட்ட இக்கனிமங்களை நுண்ணோக்கியில் ஆராயும்போது கீழ்க்காணும் ஒளியியல் தன்மைகள் வெளிப்படுகின்றன. இது ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமமாகும். இதன் ஒளிமறைவுக்



படம் 2 ஆல்பைட்டுக் கனிமப் படிக அமைப்பு இயற்பியல் பண்புகள்

கோணம் (positive extinction angle), 'C' அச்சுக்கு இணையாக +3° இலிருந்து +2° வரையிலும், b அச்சுக்கு இணையாக +20° இலிருந்து +18° வரையிலும் இருக்கும். ஒளிவிலகல் எண் (refractive index) $\alpha = 1.525$, $\beta = 1.529$, $\gamma = 1.536$. கனடா பால்சத்தின் ஒளிவிலகல் குறைவாக உள்ளது.

வகைகள். இதில் முத்துப்போன்று மிளிர்வுடைய வகை (pearly lustre) சந்திரக்கல் (moonstone) எனப்படுகிறது. வெள்ளை நிறத்தில் ஒளி குறைந்து புகும் தன்மையுடைய வகை, பெரிக்ளினைன் (pericline) எனப்படுகிறது. ப ் கோணங்களில் திருப்பிப் பார்க்கும் பொழுது மாறும் நிறங்களையுடைய வகை, பெரிஸ்ட்டரைட்டு (peristerite) எனப்படுகிறது. அடுக்கமைப்பு உருவில் கிடைக்கும் வகை, கிளிவ்லாண்டைட்டு (clevelandite) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

கிடைக்கும் முறை. ஆல்பைட்டு இடைநிலை (intermediate), அனற்பாறைகளான, கிரானைட்டு (granite), சயனைட்டு (syenite) டயோரைட்டு (diorite) முதலிய பாறைகளிலும் அவற்றுக்குச் சரியான கனிமச் சேர்க்கைகொண்ட இடையாழ (hypabyssal)

எரிமலை (volcanic) அனற்பாறைகளிலும் கிடைக்கும். படிவுப் பாறைகளான அர்க்கோசு (arkose), ஃபெல்ஸ்பாதிக் மணற்பாறைகளிலும் (feldspathic sandstones) கிடைக்கும். உருமாற்றப் பாறைகளான (metamorphic) ஆல்பைட்டு படலப்பாறை (albite schist), வரிப்பாறை (gneiss) ஆகியவற்றிலும் கிடைக்கும்.

பயன்கள். வெங்களித் தொழில் கருவி உற்பத்தியிலும், சாக்கடைக் குழாய், மெருகேற்றப்பட்ட செங்கல்கள் ஆகியவற்றிற்குப் பளபளப்புக் கொடுப்பதற்கும், ஒளி குறைவாகப் புகும் கண்ணாடிகளின் உற்பத்தியிலும் தேய்ப்புச் சக்கரங்களில் (abrassive weels) இணைப்புப் பொருளாகவும் மெதுவான தேய்க்கும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

ம.ச. செகதீசன்

நூலோதி

1. Ford, W.E., Danai's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Winchell, A.N., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.
3. Milovsky, A.V., Kononov, O.V., Mineralogy, Mir Publishers, Moscow, 1985.

ஆல்மஹேரா கடல்

ஆல்மஹேரா கடல் (Halmahera sea) ஹால்மஹேரா தீவுக்கும் மேற்கு நியுகினியாவுக்கும் இடையிலுள்ள பசிபிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதியாகும். வடக்கில் பிலிப்பைன் கடலும் தெற்கில் சேரம் தீவும் இக்கடலுக்கு எல்லைகளாக உள்ளன. கவோ (Kaoe) வளைகுடா இக்கடலின் ஒரு பகுதியாகும். சுமார் 95,000 சதுர கி.மீட்டர் பரப்புடைய இக்கடலின் ஆழம் ஏறத்தாழ 2040 மீட்டராகும்.

ம.அ.மோ.

ஆல்ஜின்

ஆல்ஜின் (Algin) கடற்பாசிகளிலிருந்து சிறப்பாகப் பழுப்பு நிறப்பாசிகளிலிருந்து, பிரித்து எடுக்கப்படும் ஒருவித பசை போன்ற பொருள் ஆகும். ஆல்ஜினில் சோடியம், பொட்டாசியம், அம்மோனியம்,கால்சியம் ஆல்ஜினிக் உப்புகள் மற்றும் புரோபைன் கிளைகால் அல்ஜினேட்டு(Propylene glycol alginate) அடங்கியுள்ளன. ஆல்ஜின், உணவுப் பொருள்களையும் மருந்துகளையும் மற்றும் வேதிப் பொருள்களையும் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. ஆல்ஜின் குழைவிலிருந்து கூழ்கள், இழைகள் போன்ற பயன்படு பொருள்கள் பல உருவாகின்றன. கடற்பாசிகள் அதிகம் கிடைக்கும் இடங்களில் தான் ஆல்ஜின் உற்பத்தி மலிவானதாகவும் பயன் உள்ளதாகவும் அமைகிறது. சில இடங்களில் இப்பாசிகள் கரைகளிலும் சில இடங்களில் கரையை அடுத்தும் மற்றும் சில இடங்களில் தரைமட்டத்திலும் காணப்படுகின்றன. பெரும் புயல் (heavy storms) அல்லது பெருங்காற்றால் இப்பாசிகள் கடற்கரைக்கு அடித்துக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. இப்பாசிகள் தொடர்ந்து கிடைக்குமானால் பொருளாதார வளர்ச்சி மிகவும் மேம்படும்.

இக்காலத்தில் விசைப்படகுகளின் (barges) மூலம் இரு வகைப் பாசிகள் கடலிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. அவை மாக்ரோசிஸ்டிஸ் பைரிஃபெரா (*Macrocystis pyrifers*), அஸ்கோஸ்பில்லம் நோடோசம் (*Ascophyllum nodosum*)ஆகும். இவை கலிபோர்னியா கடற்கரையிலிருந்து பல கிலோமீட்டர் தொலைவு வரை வளர்கின்றன. இவையிரண்டில் **மாக்ரோசிஸ்டிஸ் பைரிஃ**பெரா ஆல்ஜின் தொழிற்சாலைக்கு இன்றியமையாததாகும். இதே போன்று இப்பாசிகள் கைல், மெக்சிகோ, ஆஸ்த்திரேலியா, நியுசிலாந்து போன்ற இடங்களில் கடற்கரையை அடுத்த இடங்களில் பெருமளவு வளர்கின்றன. இவை ஆஸ்த்திரேலியாவில் மட்டும் தான் குறைந்த அளவு வளர்கின்றன.

நீண்டகாலம் வாழுகின்ற மாக்ரோசிஸ்டிஸ் பைரிஃபெரா 5 முதல் 25 மீட்டர் ஆழம் வரை போதுமான ஒளி கிடைக்கும் பகுதிகளில் வளர்கின்றது. ஒவ்வொரு பாசியிலும் பற்பல வளர்ச்சி நிலைகளைக் கொண்ட சுமார் 100 கிளைகள் காணப்படுகின்றன. கோடைக்காலத்தில் ஓர் இளம் கிளை நாளொன்றிற்கு ஏறக்குறைய 30 செ.மீ. நீளம் வளர்கிறது.

இப்பாசிகள் கடலின் ஆழப்பகுதியிலும், இவற்றின் இலைகள் குடை போன்று அடர்த்தியாகக் கடலின் மட்டத்திலும் காணப்படுவதால், படகுகள் இவற்றைத் தேவைக்கேற்ப எடுக்கின்றன. இப்பாசிகளை அறுவடை செய்வதற்காக அடிப்பகுதியில் வெட்டும் அலகுகள் பொருத்தப்பட்ட படகுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடலின் மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழே 2 மீட்டர் வரை உள்ள கடற்பாசிகள் வெட்டிச் சேகரிக்கப்பட்டுப் பின்னர் அவை ஆல்ஜின் தயாரிப்புக்காகத் தொழிற்சாலைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. மாக்ரோசிஸ்டிஸ் பைரிஃபெரா அதிக அளவில் வளர்வதால் வருடத்திற்கு இரண்டு, மூன்று தடவைகள் அறுவடை செய்யப்படுகிறது. முறைப்படிக் கவனமாகச் செய்யப்படும் அறுவடை அங்கு வாழும் மீன்கள் இனத்திற்கு யாதொரு கேடும் விளைவிப்பதில்லை.

ஆல்ஜின் தேவை அதிகப்படுவதால், உற்பத்தியாளர்கள் **அஸ்கோம்பில்லம்** நோடோசம் என்ற சிறு கடற்பாசி வகையைப் பயிரிடுகின்றனர். அலை

அலை ஏற்ற இறக்கப் பகுதியிலேயே வளரும் தன்மை யுள்ளது. இதனால், எளிதில் இதனை அறுவடைசெய்ய லாம். இப்பாசியினைப் பிரான்சு, நார்வே, கனடா போன்ற நாடுகளில் பயிர் செய்கின்றனர். அஸ்கோ பில்லம் பாறைகளில் ஒட்டிக்கொண்டு வளருகிறது. அலை ஏற்றத்தின் போது கடற்பாசி முழுவதும் நீருக்கு வெளியில் காணப்படும். அலைகளின் கடுமை யைத் தாங்குவதற்காக இப்பாசியின் அடித்தண்டு நீளக்கூடியதாகவும், வலிவுடையதாகவும், காணப் படுகின்றது. அனைத்துத் தண்டுகளின் உட்பகுதிகள் காற்று நிறைந்த குழாய்கள் போன்றுள்ளன. ஆதலின் இக்குழாய்கள் இப்பாசிகளை நீரில் மிதக்கச்செய் கின்றன.

நார்வேயிலும் இங்கிலாந்திலும் ஆல்ஜின் தயா ரிப்புக்கு லாமினேரியா க்ளவ்ஸ்ட்டோனி (*Laminaria clustoni*) எனும் கடற்பாசியையே பெருமளவில் பயிரிடுகின்றனர். ஏறத்தாழ 2 முதல் 20 மீட்டர் ஆழத்தில் உள்ள பாறைகளில் இக்கடற்பாசி ஒட்டிக் கொண்டு அடர்த்தியாக வளருகிறது. இதில் காற் றுப்பைகள் கிடையா. குளிர்காலப் புயல்களால் இப் பாசி பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டு அருகிலுள்ள கடற் கரையில் ஒதுங்குகின்றது. இதனை உடனடியாகப் பதப்படுத்தி ஆல்ஜின் தயாரிக்கின்றனர்.

பிரான்சு நாட்டில் லாமினேரியா டிஜிடேட்டா (*Laminaria digitata*) பெரிதும் பயிரிடப்படுகின்றது. சர்காசம், ஐசீனியா, அலேரியா, எக்லோனியா போன்ற கடற்பாசிகளிலிருந்தும் ஆல்ஜின் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஆல்ஜின் தயாரிப்பு. கடற்பாசி எவ்வகையைச் சார்ந்திருப்பினும் அதிலிருந்து ஆல்ஜின் தயாரிக்கும் முறை ஒன்றாகவே உள்ளது. முதலில் கடற்பாசியி லுள்ள அதிக உப்பையும், தூசியையும் அகற்ற அதனை நீரில் நன்றாகக் கழுவுகின்றனர். பின்னர் அதனுடன் சோடா உப்பைச் சேர்த்துச் சிறிது கொதிக்க வைத்தால் கடற்பாசியிலுள்ள ஆல்ஜினா னது கரையக்கூடிய சோடியம் உப்பாக மாறுகிறது. அடுத்து அதனை வடிகட்டி அதிலிருந்து நீர்த்த செல் லுலோஸ் கரைசல் எடுக்கப்படுகின்றது. அக்கரை சலில் கிடைக்கும் வீழ்படிவே ஆல்ஜின் ஆகும். அது ஆல்ஜினுடைய கால்சியம் உப்பாகவோ அமிலத் தன்மை கொண்டதாகவோ இருக்கும். இதிலிருந்து தேவைக்கு ஏற்றவாறு ஆல்ஜின் பசை தயாரிக்கப்படு கிறது.

ஆல்ஜின் பயன்கள். கரைசல் தன்மையுடைய ஒரிணைதிறன் ஆல்ஜினேட்டு உப்பானது பல்வேறு பொருள்களின் உற்பத்தியில் பெரும்பங்கு வகிக்கின் றது. ஆல்ஜினேட்டு குளிர்ந்த அல்லது சூடான நீரில் எளிதில் கரையும் தன்மை உடையது.

ஆல்ஜினேட்டுக் கரைசலின் pH மதிப்பு 4 ஆகும். 4 க்குக் கீழ் குறையும் போது இது கரைக்கமுடியாத அமிலமாவதால், இதன் இளகிய தன்மை உயர்கிறது. 3 முதல் 3.5 அளவில் இக்கரைசல் கூழாகிறது.

பொதுவாக, ஆல்ஜினேட்டுக் கரைசல் குறைந்த செறிவுள்ள மக்னீசியம், அம்மோனியம் உப்புக்களு டன் எளிதில் இணையும் தன்மை கொண்டுள்ளது. ஆல்ஜினேட்டுக் கரைசலுடன் சேர்க்கப்படும் ஸ்டார்ச், சர்க்கரை போன்ற மாவுப்பொருள்கள், கரைசலை எவ்வகையிலும் பாதிப்பதில்லை. ஆல் ஜின் கரைசலானது ஆல்கஹால், நீரில் கரையக் கூடிய பசைகள், புரதச் சத்துக்கள் ஆகியவற்றுடன் எளிதில் இணையும் தன்மையுடையது.

ஆல்ஜினேட்டுக் கரைசலானது கால்சியம் உப்பு டனும் அமிலங்களுடனும் இணைந்து ஆல்ஜின் கூழா கிறது. இது பல தொழிற்சாலைகளுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஆல்ஜின் கூழ் சூடுபடுத்துவதனால் இளகாது. இது நீரின் கொதிநிலை வரை நிலைத்து நிற்கும் தன்மை உடையது. கரையும் ஆல்ஜினி லிருந்து கரையக்கூடிய படலங்களும் இழைகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதை உலரவைத்து இதி லிருந்து உலர்ந்த படலங்கள் தயாரிக்கின்றனர். நீரில் கரையும் தன்மை பெற்ற சோடியம் ஆல்ஜினேட்டு கொண்ட இப்படலங்கள் உறுதியாகவும் வளையும் தன்மையுடனும் உள்ளன. நீராவி மட்டும் இப்பட லங்களினுள் நுழையும். ஆனால் எண்ணெய், கொழுப்பு, கரைப்பான்கள் போன்றவை இதில் நுழைய இயலா. கிளிசரால் (glycerol) சார்பிட் டால் (sorbitol) போன்ற பொருள்களை ஆல்ஜின் படலத்துடன் சேர்ப்பதால் இதன் நெகிழும் தன்மை அதிகமாகிறது. இதில் நீர் நுழைவதைத் தடுக்க இத னுடன் யூரியாஃபார்மால்டிஹைடு பிசின் சேர்க்கப் படுகிறது.

படலமாக்குதல், கூழாக்குதல், திடமாக்குதல், ஆகிய செய்முறைகளுக்கு ஆல்ஜின் பெரும்பாலும் உதவுகின்றது. முக்கியமாக உணவு, மருந்து, துணி, அழகுப் பொருள்கள், காகிதம் இவற்றின் தயாரிப்பு களில் ஆல்ஜின் பெருமளவு பயன்படுகிறது.

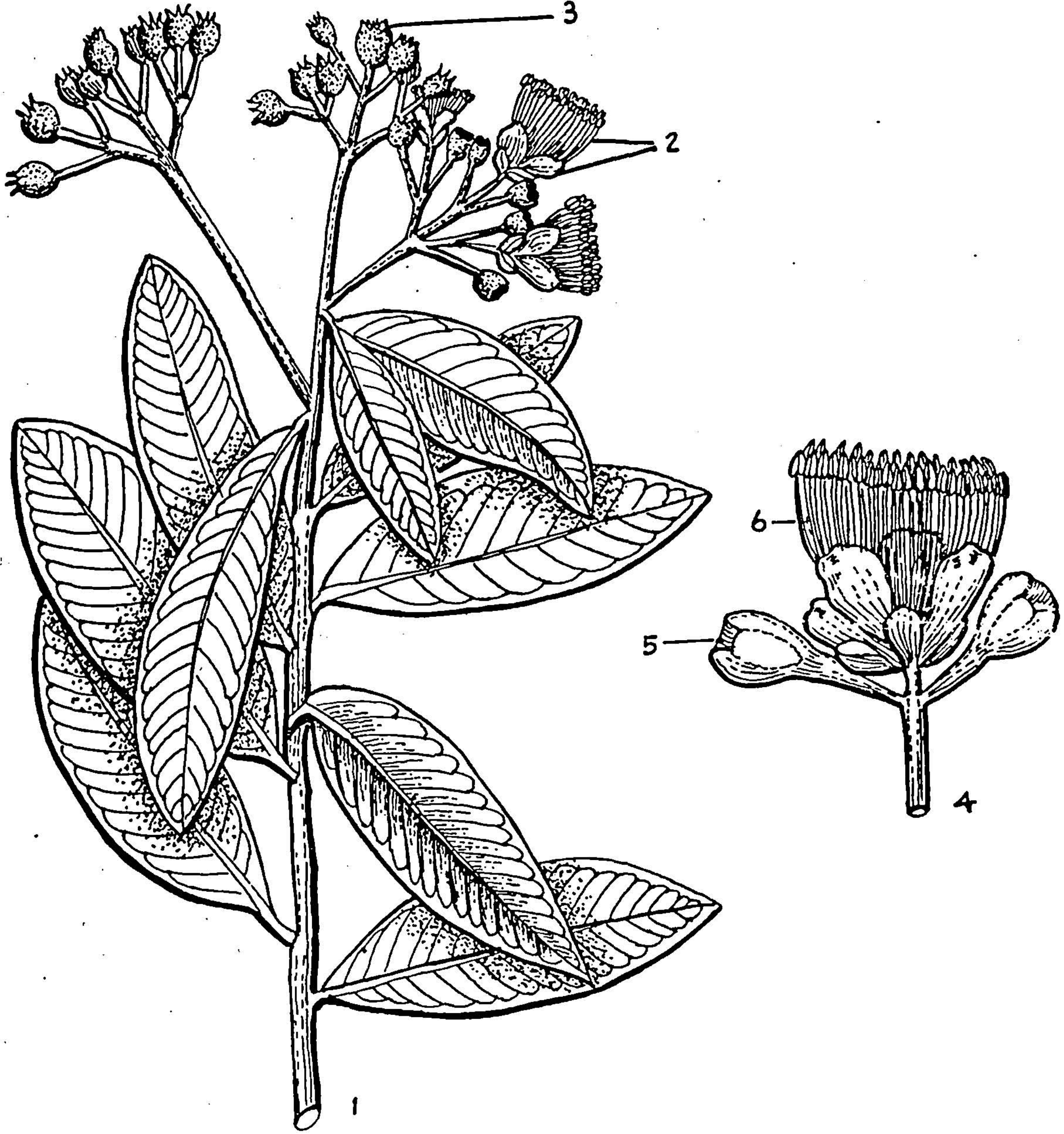
ம. அ. மோ.

ஆல்ஸ்பைஸ்

தாவரவியலில் ஆல்ஸ்பைஸின் பெயர் **பிமெண்ட்டா டய்யாய்க்கா** (*Pimenta dioica* Linn.) Merr. = *Pimenta officinalis* Lindl.) என்பதாகும். இது அல்லி இணையா இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றா கிய மிர்த்தேசிக் (Myrtaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந் தது. இதன்கனிகள்இலவங்கப்பட்டை (cinnamomon), கிராம்பு (clove), ஜாதிக்காய் (nutmeg), ஆகிய மூன் றின் மணங்களையும் ஒருங்கே கொண்டிருப்பதால் இதற்கு ஆல்ஸ்பைஸ் (Allspice) என்ற பெயர் வந் தது. ஆல்ஸ்பைசின் தாயகம் மேற்கிந்தியத் தீவுகளும்

வெப்ப மண்டல அமெரிக்கப் பகுதியும் ஆகும். குறிப்பாக மேற்கிந்தியத் தீவுகளைச் சேர்ந்த ஜமைக்காவில் (Jamaica) அதிக அளவில் பயிரிடப்படுவதால் இதனை ஜமைக்கா மிளகு மரம் அல்லது பிமென்ட்டோ (pimento) என்று அழைப்பர். இம்மரத்தின் உலரவைத்த பழங்களே வர்த்தகத் துறையில் வாசனைப் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன.

சிறப்புப் பண்புகள். புதர் போல் அடர்த்தியாக 6 முதல் 9 மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடிய மரமாகும். இலைகள் முட்டை அல்லது நீள் முட்டை வடிவத்தில் பளபளப்புடனும் பச்சை நிறத்துடனும் தடித்து இருக்கும். வெள்ளை நிறப்பூக்கள் கிளைகளின் நுனியில் அல்லது இலைக் கோணங்களில், மும்மூன்றாகக் கிளைத்தகிளைக்கூட்டு(paniculate)மஞ்சரியாலானவை.



ஆல்ஸ்பைஸ்

1. மிலார் 2. பூ 3. பிஞ்சு 4. மஞ்சரி. 5. பூ மொட்டு 6 மகரந்தத்தாள்

இதன் கனிகள் கருமை அல்லது கருநீல நிறத்தில் இரு விதைகளைப் பெற்றுப் பட்டாணி போல இருக்கும். ஒவ்வொன்றிலும் இரு விதைகள் உண்டு. விதைகள் அவரை விதை வடிவத்துடனும், கரும்பழுப்பு நிறத்துடனும் இருக்கும். இந்தியாவில் மேற்கு வங்காளம், பீகார், ஒரிசா, கர்நாடகம், கேரளா, தமிழ்நாட்டில் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகள் ஆகிய இடங்களில் இது தோட்டப் பயிராக வளர்க்கப் படுகிறது. தமிழகத்தில் குறிப்பாக உதகமண்டல மலையடி வாரத்தில் உள்ள கல்லாறு, பர்லியாறு. என்ற இடத்திலும் குற்றாலத்திலும் பயிராக்கப்பட்டு நன்கு பலனளித்து வருகின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் இலைகள் பச்சையாகவோ, உலரவைத்தோ புலவுக்கும் மற்ற உணவு வகைகளுக்கும் நறுமணமூட்டியாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. எனவே இதற்குப் புலவு இலை மரம் என்ற பெயரும் உண்டு. தகரப்பெட்டிகளில் அடைக்கப்படும் இறைச்சி, சூப், சாசேஜ், உணவுப் பொருள்கள், இனிப்புப் பண்டங்கள், ஊறுகாய் ஆகியவற்றிற்கு மணமூட்டியாகப் பயன்படுகின்றது. சில வகை மருந்துகள், ஊட்டநீர்மம் (tonic), மதுபானங்கள், சவர்க்காரம் ஆகியவை தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. உலரவைத்த கனிகள் முழுமையாகவோ பொடி செய்தோ பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து பிமென்ட்டோ பெர்ரி பழ எண்ணெய் (pimento berry oil) வடித்து எடுக்கப்படுகிறது. மரத்தின் இலைகளிலிருந்து வாசனை எண்ணெய் வடித்து எடுக்கப்படுகிறது. ஆனால இந்த எண்ணெய் கனிகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயைவிடத் தரத்தில் குறைந்தது. இம்மரக் கிளையின் கட்டைகளிலிருந்து ஊன்று கோல்களும், குடைக்காம்புகளும் செய்யப் படுகின்றன. ஆல்ஸ்பைஸ் செரிப்பின்மையைப் போக்கக்கூடிய மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. எனவே, மலச்சிக்கலையும், வயிற்றில் ஏற்படும் வாயுக் கோளாறுகளையும் நீக்குகிறது. மூட்டுகள், நரம்புகள் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் வலியைக் குறைப்பதற்கு மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது.

பயிரிடும்முறை. ஆல்ஸ்பைஸ் விதைகளின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. விதைகள் நன்கு பழுத்த பழங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. நன்கு தயாரித்த நாற்றங்காலில் மேட்டுப் பாத்திகள் அமைத்து, விதைகள் ஊன்றி இலைச் சருகுகளால் மூட வேண்டும். பின்பு பூவாளியால் நீர் தெளித்தல் வேண்டும். இரண்டு வாரங்களில் விதைகள் முளைக்கத் தொடங்கும். செடிகளில் நான்கு இலைகள் உண்டான பிறகு நாற்றுகளை 20 செ. மீ. விட்டமுள்ள பெரிய மண் தொட்டிகளில் நட வேண்டும். இத்தொட்டிகளில் செடிகள் 30 முதல் 40 செ.மீ. உயரம் வரை வளர்ந்தவுடன் நிலத்தில் 6 மீ. இடைவெளி விட்டு நடவு செய்யலாம். நட்ட ஏழாண்டுகளுக்குப் பிறகு மரங்கள் பூத்துக் காய்க்கத் தொடங்கும். தொடர்ந்து சுமார் 20 முதல் 25 ஆண்டுகள் வரை பலன் அளிக்கும்.

அறுவடைமுறை. காய்கள் நன்கு முற்றிய பிறகே (ஆனால் பழுப்பதற்கு முன்) அறுவடை செய்கின்றார்கள். பின்பு வெயிலில் 4 முதல் 10 நாள்களுக்கு உலரவைக்கின்றார்கள். காய்களை முழுதும் பழுத்த பின்பு பழங்களாக அறுவடை செய்து உலர்த்தினால், அவற்றின், மணம் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும். காய்கள் நன்கு உலர்ந்தபின் சுருக்கங்களுடன் கூடிய உலர்ந்த மிளகு போன்று தோற்றமளிக்கும். அப்போது இவை சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படும். இவ்வாறு உலர்ந்த ஆல்ஸ்பைஸ் காய்கள் தாம் மிகச் சிறப்பான மணம் கொண்டிருக்கும் நன்கு வளர்ந்த மரம் ஆண்டொன்றுக்கு 30 முதல் 40 கிலோகிராம் வரை பழங்கள் கொடுக்கும்.

நோய்கள். இம்மரத்தின் இலைகளைத் தாக்கக் கூடிய துருநோய் **பக்சீனியா சிடியை** (*Puccinia psidii*) என்ற பூஞ்சையினால் உண்டாகிறது. மூன்று அல்லது நான்கு முறை செம்புப் பூசணக்கொல்லி மருந்தினைத் தெளித்து இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம். ஆனால் அறுடைக்கு இரண்டு மாதங்களுக்கு முன்னதாகவே மருந்து தெளிப்பதை நிறுத்திவிட வேண்டும்.

மு. குலசேகரன்

நூலோதி

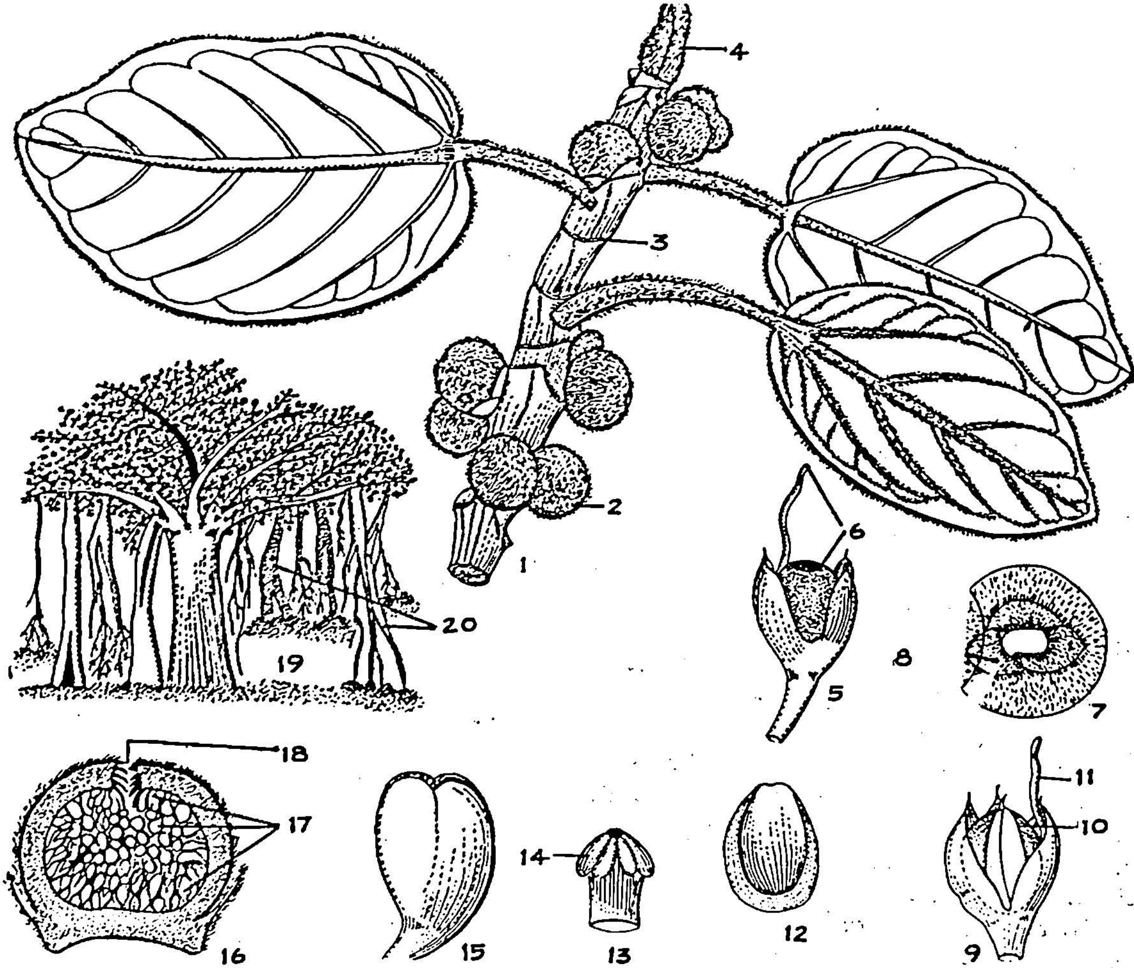
1. Shanmugavelu, K. G., Madhava Rao. V. N., Spices and Plantation Crops, Popular Book Depot, Madras, 1977.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆலமரம்

மக்களுக்கு நன்கு அறிமுகமான மரங்களில் ஆலமரமும் ஒன்றாகும். தாவரவியலில் இதற்கு **ஃபிகுஸ் பெங்காலென்ஸிஸ்** (*Ficus bengalensis* Linn) என்று பெயர். இது ஒரு பூவிதழ் வட்டமுடைய இருவிதையிலைக்குடும்பங்களில் ஒன்றானமோரேசியைச் (Moraceae) சார்ந்தது. இமயமலைச் சாரலின் சரிவுகளில் இது காட்டுமரமாக வளர்கிறது, சாலை ஓரங்கள், ஆலயங்கள், மேடைக் கோவில்கள் ஆகியவற்றின் அருகிலும் கிராமப் பொது இடங்களிலும் வளர்க்கப் படுகிறது. ஈரான் வளைகுடா நாடுகளில் பனியாக்கள் எனும் இந்திய வணிகர்கள் வாணிபத்திற்காகவும் தெய்வ வழிபாட்டிற்காகவும் இதன் கீழ்க்கூடுவது வழக்கம் என்றும், இதன் காரணமாக அங்கு வசித்து வந்த ஆங்கிலேயர்கள் பானியன் மரம் (banyan tree) என்று இதை அழைத்தனர் என்றும் கூறப்படுகிறது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது 20 முதல் 35 மீட்டர் உயரம் வரை வளரக் கூடியது; மிகவும் பருத்த அடிமரத்தைக் கொண்டது; அடிமரத்தின் சுற்றளவு 15 மீட்டரும் அதற்கு மேலும் இருக்கக்கூடும். கிளைகளிலிருந்து மெல்லிய வேர்கள் தோன்றிக் கீழ்நோக்கி வளர்கின்றன. இவை விழுதுகள் எனப்படும். இவை நாளடைவில் பெருத்துத் தூண் போல ஆகின்றன. இவ்வேர்கள் முட்டு வேர்கள் (prop roots) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை மரத்திற்கு முட்டுக் கால் போன்று அமைகின்றன. நன்கு வளர்ந்த மரத்தின் தலைப்பு ஏறக்குறைய 300 முதல் 600 மீ. வரை சுற்றளவைப் பெற்றுப் பரவக்கூடும். குறுக்கு வளர்ச்சி அடைந்த பருத்த வேர்கள் 3.5 மீ. சுற்றளவைப் பெறக்கூடும்; இவ்வாறாக வளர்ச்சி அடைந்த பிறகு விழுது அடிமரத்தை ஒத்திருக்கும். கல்கத்தா அருகில் உள்ள சிப்பூர் தாவரவியல் பூங்காவிலுள்ள உலகப் புகழ்பெற்ற ஆலமரம் 1965 ஆம் ஆண்டுக் கணக்குப்படி 1044 விழுதுகளைக் கொண்டிருந்ததாகக் கூறப்படுகிறது. இந்த மாபெரும் மரத்தின் தலைப்பு (crown) 416 மீ. சுற்றளவு உடையதாக இருந்தது. இதைவிடப் பெரிய மரம் ஒன்று சதாராவிற்கு அருகே இருந்ததாகக் கூறப்படுகிறது. இது தெற்கு வடக்காக 181 மீட்டரும் கிழக்கு மேற்காக 134 மீட்டரும் கொண்டு 483 மீ. சுற்றளவும் பெற்றிருந்ததாகக் கூறப்படுகின்றது. இத்தகைய ஆலமரம் அடையாறில் உள்ள பிரம்மஞான சபைத் (Theosophical society) தோட்டத்திலிருப்பதைக் காணலாம். இலைகள் மாற்றடுக்கமைவு (alternate phyllotaxy) கொண்டவை, அகன்ற முட்டை அல்லது நீள்வட்ட (elliptci) வடிவானவை; தோல்போன்ற தன்மையுடையவை; விளிம்பு ஒழுங்கானது; முனைநீள் கூர்வடிவானது. மேற்பரப்பு பச்சை நிறமாகவும் கீழ்ப் பரப்பு வெளிர் பச்சை நிறத்துடனும் இருக்கும்: தளிர்கள் நீண்ட, பெரிய இலையடிச் சிதல்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். பூக்கள் மிகச் சிறியவை, எண்ணற்றவை, ஒருபாலானவை; இவை உருண்டையான குடுவை போன்ற தோற்றத்தை உடைய சைக்கோனியம் (syconium) என்ற உருள் குடுவை வடிவ வகை மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கின்றன. மஞ்சரிகள் இலைக்கோணங்களில் இரண்டு இரண்டாக இணைந்திருக்கும். இதன் அடிப்பகுதியைச் சூழ்ந்து மூன்று பெரிய பூவடிச் சிதல்கள் உள்ளன. மஞ்சரியின் மேற்பரப்பு, கேசங்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. முற்றிலும் முதிர்ச்சியடைந்த மஞ்சரி இரத்தநிறச் சிவப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்தைப் பெறுகின்றது. பூக்கள், சதைப்பற்றுள்ள குடுவையின் உட் சுவரில் அமைந்திருக்கின்றன. குடுவையின் மேற்புறநுனியில் ஒரு சிறிய துளை உள்ளது; இது பல சிதல்களால் ஒன்றன் மேலொன்றாக அடுக்குகளாகவும் நெருக்கமாகவும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வரிசையிலும் அமைந்திருக்கின்றது. ஒவ்வொரு குடுவையிலும் மூன்று வகையானபூக்கள் இருக்கின்றன. ஆண் பூக்கள் நான்கு பூவிதழ்களையும் ஒரு மகரந்தத் தாளையும் பெற்றுத் துளைக்கு அடுத்தாற்போல் அமைந்திருக்கின்றன. சூற்பை மேல்மட்டத்திலுள்ளது; ஒரு சூல் கொண்டது. சூலகத்தண்டு சூற்பையின் ஒருபக்கமாக அமைந்துள்ளது. ஆலவிதை என்று கூறப்படுவது அதன் உண்மையான கனியாகும். இவற்றைத் தவிர மலட்டுப் பூக்களும் (gall flowers) உண்டு. இவை பெண் பூக்கள் போன்று காணப்பட்டாலும் இவற்றின் சூலகத்தண்டு பெண்பூக்களின் சூலகத் தண்டைவிடக் குட்டையாகவும், நுனி விரிந்தும் காணப்படும். இவற்றின் சூற்பையில் சூலுக்குப் பதிலாக மலட்டுப் பூக்கள் காணப்படும். இந்த மலட்டுப் பூக்கள் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுவதற்கு உதவுகின்றன. விதை போன்ற கனிகள் பறவைகளின் எச்சத்துடன் அல்லது மலத்துடன் வெளிப்பட்டுத் தகுந்த இடங்களில் விழும்போது முளைக்கின்றன. சில சமயங்களில் வீட்டுச்சுவர் வெடிப்புக்களிலும் பனைமரத்தின் இலைகளுக்கிடையேயும் பறவைகளால் பரப்பப்பட்டு முளைக்கின்றன. நாற்றுகள் மேற்கொண்டு வளர வளரச் சுவர் பிளந்து இடிந்து போகக்கூடிய அளவிற்கு நாசத்தை விளைவிக்கின்றன. ஆனால் பனை மரத்தைப் பொறுத்த மட்டில் வேர்கள் ஒரு வலையைப் போல அதைச் சுற்றிப் பின்னிக் கொள்கின்றன. பிறகு அவ்வேர்கள் தடித்து வளரும்போது பனைமரத்தை நெரித்து அழித்துவிடக் கூடிய அளவிற்கு ஆலமரம் இணைந்து வளர்கின்றது. ஆலமரத்தைக் கட்டடத்தின் அருகே வளர்ப்பதும், வளரவிடுவதும் மிகவும் ஆபத்தானது. ஏனெனில் இதன் வேர்கள் நிலத்தின் கீழ் நீண்டு பருத்து வலுவடைந்து இறுக்கத்தை ஏற்படுத்தும்பொழுது கட்டடங்களில் இங்குமங்குமாகப் பிளவுகள் உண்டாகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. படர்ந்த, அடர்த்தியான நிழல் தரும் மிகச்சிறந்த மரமாகச் சாலையோரங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றது. இம்மரத்தினுடைய முட்டு வேர்களின் கட்டை உறுதியானது. அது கூடாரக் கம்பங்களாகவும், வண்டிகளின் ஏறுகாலாகவும் பயன்படுகிறது. இதன் பட்டை நாட்டு மருத்துவத்தில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. பட்டைச்சாறு வயிற்றுப் போக்கு, சீதபேதி, நீரிழிவு அல்லது சர்க்கரை வியாதி ஆகியவற்றிற்கு மருந்தாகும். இசிவு நோய் (hysteria), நரம்பு நோய்கள், மலட்டுத்தன்மை ஆகியவற்றின் சிகிச்சைக்குப் பட்டை பயன்படுகிறது. தண்டுகளிலிருந்து கிடைக்கும் பால்மம் (latex) என்று கூறப்படுகின்ற வெண்மையான பிசின் போன்ற நீர்மம் பல்வலி, பித்தவெடிப்பு, காயங்கள், மூட்டு வாதம் (rheumatism), இடுப்புவாதம் (lumbago) ஆகியவற்றின் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுகிறது. தண்டு, வேர் ஆகியவற்றின் பட்டையை நீரில் காய்ச்சி அந்நீரைக் குளிப்பதற்குப் பயன்படுத்தினால் தொழுநோயும், உடல் வலியும் நீங்கும் என்று கருதப்படு



ஆலமரம்

1. மிலார் 2. உருள்குடுவை மஞ்சரி (சைக்கோனியம்) 3. இலையடிச்சிதல் வடு 4. இலையடிச்சிதல் 5. மலட்டுப் பூ 6. மலட்டுச் சூலகம் 7. மஞ்சரியின் அடிப்புறத் தோற்றம் 8. மஞ்சரியடிச்சிதல் 9. பெண் பூ 10. சூற்பை 11. சூலகத்தண்டு 12. கனி (கொட்டை) 13. மகரந்தத்தாள் 14. மகரந்தப்பை 15. ஆண் பூ 16. மஞ்சரியின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 17. பலவகையான சிறு பூக்கள் 18. மஞ்சரியின் நுனியில் உள்ளதுளை 19. ஆல மரத்தின் பொதுவான தோற்றம் 20. முட்டு வேர்கள்.

கிறது. இம் மரத்தின் பாலை எண்ணெயுடன் கலந்து காதுக் கட்டிகளுக்கும், செவிட்டுத் தன்மையைப் போக்குவதற்கும் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஆல விழுதின் சாற்றைக் கற்கண்டுடன் கலந்து உண்டால் வீரியம் பெருகும் என்று கூறப்படுகிறது. இலைகள் ஆட்டுத் தீவனமாகக் கொடுக்கப்படுகின்றன. முட்டு வேர்களின் நுனிகள் வாந்திக்கு மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றன. ஆலமரத்தின் விழுதுகளின் நுனியில் உள்ள குச்சி போன்ற மெல்லிய பகுதியைப் பல் துலக்கப் பயன்படுத்துகிறார்கள். கனிகளைக் காக்கைகளும், குரங்குகளும் விரும்பி உண்கின்றன. பஞ்சகாலத்தில் மக்கள் இதனை உண்கிறார்கள். ஆலமரம் புனிதமான மரமாக இந்துக்களால் கருதப்படுகிறது. இம்மரத்தைக் கடவுளுடன் தொடர்புபடுத்திப் பரிபாடலில் ஒரு குறிப்புக் காணப்படுகிறது. ஆலமர் செல்வன் என்று சிவன் குறிக்கப்படுகிறார்.

சு. சுந்தரம்

நூலோதி

1. Brandis D., Indian Trees, Constable & Co Ltd., London, 1921.
2. Fischer, C.E.C in Gamble's Fl.Pres, Vol. III, Adlard & Son Ltd., London, 1928.
3. The Wealth of India, Vol.IV, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆலமரம் (சித்த மருத்துவம்)

ஆலமரத்தின் இலை, பழுப்பு, பால், விதை, விழுது, பட்டை, மொட்டு, குச்சி, சமூலம் முதலியன சித்த மருத்துவத்தில் பயன்படுகின்றன.

இலை. இலையை வதக்கி மேகக்கட்டிகளுக்கு வைத்துக்கட்ட, கட்டி உடைந்து சீழ் நீங்கும்.

பழுப்பு. இதைச் சுட்டுச் சாம்பலாக்கி நல்லெண்ணையில் கலந்து கரப்பான், சொறிசிரங்கு நோய்க்குத் தடவ விரைவில் குணமாகும். இதன் பழுப்பு இலையைப் பொரிக்கப்பட்ட அரிசியோடு சேர்த்துக் குடிநீரிட்டுக் கொடுக்க வியர்வையை உண்டாக்கும்.

பால். நாக்கு வெடிப்பு, வெள்ளை, ஆண்மைக் குறைவு இவைகளுக்கு உள்ளுக்கும், பல்லாட்டம், கால் வெடிப்பு இவைகளுக்கு மேலுக்கும் வழங்கலாம்.

விதை. ஆலம் விதையையும், அரச விதையையும் பாலில் அரைத்துக் கலக்கி உண்டு வந்தால் இரத்தக் கக்கல் சரியாகும்.

விழுது. ஆலம் விழுதும் ஆலம் விதையும் சம அளவு சேர்த்துப் பாலில் காய்ச்சி உண்டு வந்தால் பாலில்லாத பெண்களுக்குப் பால் பெருகும். விழுதைக் கொண்டு பல் துலக்கப் பல் இறுகும். வயிற்று உளைச்சல் போகும்.

பட்டை. ஆலமரத்தின் பட்டையைக் குடிநீரிட்டு வாய் கொப்பளித்து வந்தால் வாய்ப்புண், வாய் நாற்றம், நாக்கு வெடிப்பு, வயிற்றுப்புண் ஆகியவை நீங்கும். விரணங்களைக் கழுவவும் இதைப் பயன்படுத்தலாம். பட்டையை இடித்துப் பத்து மடங்கு நீர் விட்டு, நன்றாக ஊற வைத்து உள்ளுக்குக் கொடுத்துவர நீரிழிவு நீங்கும். வேர்ப் பட்டையைக் குடிநீரிட்டுப் பால் சேர்த்துக் கொடுக்க வெள்ளை நீங்கும்.

மொட்டு. இதைப் பால், சர்க்கரை முதலியவற்றோடு சேர்த்து வயிற்றுளைச்சலுக்குக் கொடுக்கலாம்.

குச்சி. இதனால் பல் துலக்கி வரப் பல்நோய், ஈறிலிருந்து குருதி வடிதல் முதலியவை நீங்கப் பல் உறுதிப்படும்.

சமூலம். சமூலத்தை மேகம், வயிற்றுக் கடுப்பு நீரிழிவு ஆகியவற்றைப் போக்க, குடிநீராகப் பயன்படுத்தலாம்.

சே. பிரேமா

ஆலன் விதி

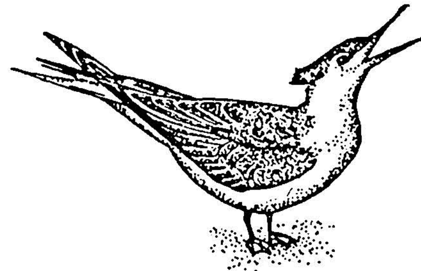
ஆலன் விதி (Allen's rule) என்பது விலங்குகளில் இயற்கையாக அமைந்துள்ள விதியாகும். இதன்படி குளிர் அதிகமாகவுள்ள இடங்களில் வாழ்ந்து கொண்டு குளிருக்கேற்றபடித் தகவமைப்பைப் பெற்றிருக்கும் விலங்குகளின் காது, கால், வால் போன்ற உறுப்புகள் அளவில் சிறியவையாகவோ, நீளம் குறைந்தவையாகவோ உள்ளன. இத்தகவமைப்பு குளிர்காலத்தில் உடலிலிருந்து அதிக அளவு வெப்பம் வெளியேறுவதைத் தடுக்கிறது. இது பொதுவாக அனைத்து விலங்குகளிலும் காணப்பட்டாலும் விதிவிலக்குகளும் உண்டு. இதனை முதன் முதலில் கண்டறிந்தவர் ஜோயல் அசாஃப் ஆலன் (Joel Asaph Allen) என்னும் அமெரிக்க அறிவியலறிஞர் ஆவர்.

கெள. ஜெ.

ஆலாக்கள்

ஆலாக்களும் (terns) கடற்காகங்களைப் போல் லாரிடே (Laridae) எனும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பறவைகளே ஆனாலும் அவை கடற்காக்கைகளை விட உருவத்தில் சிறியனவாயும், பறக்கும் விதத்தில் மாறுபட்டும் உள்ளன. இவை வெப்பப்பகுதிக் கடற்கரைகளில் வாழ்வன. இவற்றிற்கு நீண்டு ஒடுங்கிய சிறகும் மெல்லிய அலகும் பிளவுபட்ட வாலும் உள்ளன. கால்கள் குட்டையாகவும் பாதங்கள் சிறுத்தும் கால் விரல்கள் சவ்வினால் இணைந்தும் இருக்கின்றன. ஆனாலும் இவை அரிதாகவே நீரின் பரப்பில் அமர்கின்றன. இவை நீரின் மேற் பரப்பில் பறந்த நிலையில் மீனைக் கொத்தும் திறனுடையவை. இவை உயர்ந்து நிற்கும் பாறைகளிலோ சேற்றுத் திட்டுக்களிலோ முட்டையிடும்.

இந்தியச் சிறு கெண்டை ஆலா (sterna bengalensis) குளிர்காலத்தில் தென்னிந்தியக் கடற்கரைகளில் ஆங்காங்கு காணப்படும். இப்பறவைகள்



ஆலா

இராமேஸ்வரம், இலட்சத்தீவு, மாலத்தீவு முதலிய பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்வதாக அறியப்படுகிறது.

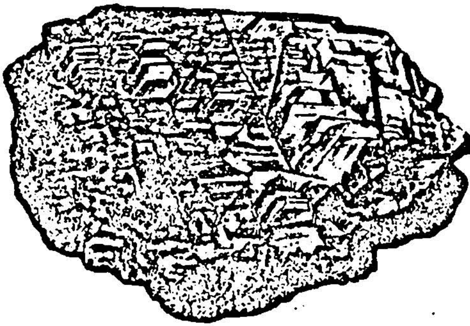
ஆலாக்கள் நெடுந்தூரம் பறப்பதற்கு ஏற்ற தகவமைப்பைக் கொண்டவை. ஆர்க்டிக் ஆலாக்கள் தம்முடைய இனப்பெருக்கத்துக்காகச் சென்று திரும்ப ஏறத்தாழ 40,000 கிலோ மீட்டர் தொலைவு வரை பறந்து செல்கின்றன.

ம. அ.மோ.

ஆலிகோகிளேசு

பிளேஜியோகிளேசு (plagioclase) எனப்படும் ஒத்த இயல்புடைய ஒரு திண்மக் கரைசல் தொகுதியிலுள்ள ஒரு கனிமம் ஆலிகோகிளேசு (oligoclase) ஆகும். இதன் வேதியியல் உட்கூறு ஆல்பைட்டு (albite) 90% அனார்தைட்டு (anorthite) 10% முதல் ஆல்பைட்டு 70% அனார்தைட்டு 30% வரை இடைவெளி உடையது. ஆல்பைட்டின் வேதியியல் உட்கூறு $NaAlSi_3O_8$ ஆகும். அனார்த்தைட்டின் வேதியியல் உட்கூறு $CaAl_2\ 2\ Si_2\ O_8$ ஆகும்.

மற்ற பிளேஜியோகிளேசுகளைப் போலவே இதுவும் முச்சரிவுத் தொகுதியில் (triclinic system) படிகமாகிறது. இயல்புப் படிகங்கள், பன்மை இரட்டிப்புப் படிகங்கள் தட்டைப் படிகங்கள் ஆகப் பலவாறு இது கிடைக்கிறது. இது அனற் பாறைகளில் பிளக்கக் கூடிய கட்டிகளாகவும் சீரற்ற துகள்படிகங்களாகவும் உள்ளது. இதன் கடினத்தன்மை 6. கனிமப்பிளவு அடியிணை வடிவ பக்கத்தில் (001) சீரானது; குறுஇணை வடிவப் பக்கத்தில் (010) தெளிவானது. பட்டகப் பக்கத்தில் (110) அரிதாகக் காணப்படும். இதன் அடர்த்தி எண் ஆல்பைட்டுக்கும் (2.62); அனார்த்தைட்டுக்கும் (2.76) இடைப்பட்டது. இது கண்ணாடிபோல் ஒளிபுகக் கூடியதாயும் நிறமற்றதாயும் வெள்ளை, சாம்பல் நிறமுடையதாயும் இருக்கும்.



ஆலிகோகிளேசு கனிமத்தோற்றம்

இது ஓர் இயல்பான பாறையாக்க கிரேனைட்டு அணிவரிப்பாறை, சயனைட்டு டயோரைட்டு, ஆண்டிசைட்டு, டிராகைட்டு ஆகியவற்றைப் போன்ற பார்மிரிகளில் காணப்படுகிறது. இது சில சமயம் ஆர்த்தோகிளேசுடன் சேர்ந்தவாறு கிரேனைட்டுப் பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது. இது நார்வே நாட்டில் 2 முதல் 3 அங்குல நீளப்படிகங்களாகக் காணப்படுகிறது. சூரியக்கல் (sunstone) அல்லது அவெஞ்சுரைன் (aventurine) என்னும் வகை டிவீடெஸ்ட்ராண்டு (Tvedestrand) என்னுமிடத்தில் கிடைக்கிறது.

ஆல் 98 முதல் ஆல் 83 வரை இடைவெளியில் இருக்கும் இயற்கையான கனிமப் பொருளானது திண்மக் கலவையிலிருந்து விடுபட்டு அனா 2 மற்றும் அனா 25-30 ஆகிய இடைவெளிக்கு வந்துவிடுகிறது. இது மிக நுண்ணிய குறைபளிங்கு அளவுகளில் இருக்கும். இவ்வாறு உள்ளபோது ஆலிகோகிளேசுகளும் ஆல்பைட்டுகளும் நீலநிற மிளிர்வு உடையனவாக இருக்கும். இதற்குப் பெரிஸ்ட்டெரைட்டு (peristerite) என்ற பெயருண்டு. சில குறிப்பிட்ட கட்டமைப்புத் தளங்களுக்கு இணையாக Fe_2O_3 இணுக்குகள் வரிசைப்பட்டுள்ளபோது அவெஞ்சுரைன் அல்லது சூரியக்கல் (aventurine or sunstone) உண்டாகிறது

ம.ச. ஆனந்த்

நூலோதி

1. Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

2. Winchell, A.N., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.

3. Milovsk, A.O., Kononov, O.V., Mineralogy, Mir Publishers, Moscow, 1985.

ஆலிகோசின் காலக்கட்டம்

அறுபத்தைந்து மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தொடங்கி அண்மைக் காலம் வரையுள்ள நிலஇயல் காலத்திற்குப் புத்துயிரூழிக் காலம் (Cenozoic era) என்று பெயர். நிலஇயல் கால அட்டவணையில் (geological time scale) இந்த உயிரூழிக்காலத்தை டெர்ஷியரி (tertiary), குவார்ட்டர்னரி (quarternary) என இரண்டு காலப்பிரிவுகளாகப் (periods) பிரித்துள்ளனர். மேலும், டெர்ஷியரி காலம் பலயோசின் (palaeocene), இயோசின் (eocene), ஆலிகோசின் (oligocene), மியோசின் (miocene), பிளியோசின்

ஊழி (era)	காலம் (perlod)	காலக்கட்டம் (epoch)	காலவரையறை	தொடங்கிய கால வரையறை
			(மில்லியன் ஆண்டுகளில்)	
(புத்துயிரூழி) (cenozoic)	குவார்ட்டர்னரி (quarternary)	பிளிஸ்ட்டோசின் (pleistocene)	1	2
		பிளியோசின் (pliocene)	11	12
		மியோசின் 65 (miocene)	8	20
	டெர்ஷியரி (tertiary)	ஆலிகோசின் (oligocene)	15	35
		இயோசின் (eocene)	20	55
		பலயோசின் (paleocene)	10	65

(pliocene) என்னும் ஐந்து காலக்கட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆலிகோசின் காலக்கட்டம் 20,000,000 ஆண்டுகளுககு முன் தொடங்கி 35,000,000 ஆண்டுகள் வரையுள்ள பதினைந்து மில் லியன் ஆண்டுகள் நீடித்திருந்தது. தொடக்கக்கால நிலஇயல் கால அட்டவணையில் இயோசினுக்கு முற் பட்ட காலக்கட்டம் மியோசின் என்றே குறிப்பிடப் பட்டது. ஆனால் ஜெர்மனி, பெல்ஜியம் ஆகிய இரு நாடுகளில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட சில படிவுப்பாறை களை விளக்கும் போது சிலவற்றைப் பின்இயோசின் (late eocene) காலக்கட்டத்தைச் சேர்ந்தவை என் றும், வேறு சிலவற்றை முன்மியோசின் காலக்கட்டத் தைச் (earlymiocene) சேர்ந்தவை என்றும் வகைப் படுத்தினர். இந்த ஆய்வின் அடிப்படையில் 1854 ஆம் ஆண்டில் இப்படிவுப் பாறைகளின் காலத்துக்கு ஆலிகோசின் எனப் பெயரிடப்பட்டது.

ஆலிகோசின் காலக்கட்டத்தில் கடற்பகுதிகள் அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்திருக்கவில்லை; தனித்தனிப் பகுதிகளாக இருந்தன. அக்காலத்தில் மெக்சிகோ பகுதியில் தொடங்கி அட்லாண்டிக் பகுதி, மத்திய தரைக்கடல் பகுதி வரைபரவி இருந்த கடல்பகு திக்குத் தேத்தியன் கடல் (tethyan sea) என்று பெயர். காற்று மண்டலம், நடுவெப்ப நிலையிலும் (temperate), சில பகுதிகளில் மட்டும் மிதவெப்பநிலையிலும் (subtropical) இருந்தது. தேத்தியன் கடற்கரைப் பகுதிகளில் வெப்பநிலத் தாவரங்கள் செழித்து வளர்ந்தன. பொதுவாக ஆலிகோசின் காலக்கட்டக் காடுகள், இயாசின் காலத்தை விடக் குறைவாக இருந்தன. ஆனால் பெரும் புல்வெளிகள் (prairies) தோன்றின. வடகோள நிலப்பரப்புகளான அமெரிக் காவும் யுரேசியாவும் ஒன்றாக இணைந்தன. தென் அமெரிக்காவிலிருந்து வட அமெரிக்காவும் மத்திய அமெரிக்காவும பிரிந்தன. அதனால் தென் அமெரிக் காவில் அப்போது தங்கிய விலங்குகள் தனித்துப் படிமலரும் வாய்ப்பு ஏற்பட்டது.

இயோசின் காலக்கட்டத்தைவிட ஆலிகோசின் காலக்கட்டத்தில் கடலில் துளை ஒட்டு முன்னுயிரி கள் எனப்படும் ஃ பொராமினி ஃ பெரன்கள் (foraminifera) குறைவாகக் காணப்பட்டன. ஆனால் இந்த காலக்கட்டத்தின் முடிவில் அற்றுப்போன லெப்பிடோசைக்லினா (lepidocyclina) என்னும் நியு மலைட்டு (nummalite) ஃபொராமினி ஃபெரன்கள் 8 செ.மீ. விட்டமுடையவையாக வளர்ந்தன. கலைப் பைக்காலிகள் (pelicypoda), வயிற்றுக்காலிகள் (gastropoda) ஆகிய மெல்லுடலிகள் (molluscs) குளிர் கடற்பகுதிகளிலிருந்து நிலநடுக்கோடு நோக்கி வெப் பப் பகுதிகளுக்குச் சென்றன. ஆலிகோசின் காலக் கட்டத்தில் அந்த மெல்லுடலிகள் தங்கிய வாழிடங் களிலேயே அவற்றின் வழிவந்த இன்றைய மெல்லுட லிகள் வாழ்கின்றன. ஆம்பரில் (Amber) புதைபடிவ மாகத் தங்கிய வண்ணத்துப்பூச்சி, எறும்பு, எண்கால் பூச்சி போன்றவை இக்காலப் பூச்சிகள் போலவே காணப்படுகின்றன. தற்காலத்தில் வாழும் பறவை இனங்களில் பத்து இனங்கள் அப்போதே தோன்றி யுள்ளன எனத் தெரிகிறது. வடகோள நிலப்பரப்பு கள் இணைந்ததால் ஒப்போசம்கள் (opossums), ஆந் திரகோத்தீர்கள் (anthrocotheres) சேலிக்கோத்தீர்கள் (Chalicotheres), தப்பீர்கள் (tapirs), காண்டா மிரு கங்கள் (rhinoceroses) போன்ற சில பாலூட்டிகள் நெடுந்தொலைவு வரை இடம்பெயர்ந்து சென்றன. மூன்று விரல்களையுடைய குதிரைகள் வட அமெரிக் கப் புல்வெளிகளில் படிமலர்ந்தன. ஐரோப்பியப் பகு திகளில் பன்றியினங்கள் (pigs and peccaries) தோன் றத் தொடங்கின. இன்றைய முயல்களின் மூதாதைய

களான ஹைட்ரோக்காய்டுகள் (hydrocoids) இந்தக் காலத்தில் தோன்றி வளர்ந்தன. தனித்து நின்ற மடகாஸ்க்கர் நிலப்பரப்பில் லெமூர்கள் (lemurs), பாலூட்டிகளின முன்னோடியான பூச்சியுண்ணிகள் (insectivores) ஆகியவை வாழ்ந்தன. புத்துலக, பழைய உலகக் குரங்குகள் இந்தக் காலக்கட்டத்தில் தான் தோன்ற ஆரம்பித்தன. ஊனுண்ணிப் பாலூட்டிகளின் (carnivores) மூதாதைகள் அற்றுப்போதலும், இன்றைய ஊனுண்ணிகளின் படிமலர்ச்சித் தொடக்கமும் நிகழ்ந்தன. நிலத்தில் வாழும், வாழ்ந்த பாலூட்டிகளில் மிகப் பெரியவையான பலூச்சித்ரியன்கள் (baluchitherians) என்னும் நிலப்பாலூட்டிகள் இந்தக் காலக்கட்டத்தில் தான் வாழ்ந்தன. யானைகளின் முன்னோடியான மாமதங்கள் (mammoths) இந்த காலக்கட்டத்தில் முதன்முதலாகக் காணப்பட்டன.

ந. மு.
கௌ. ஜெ.

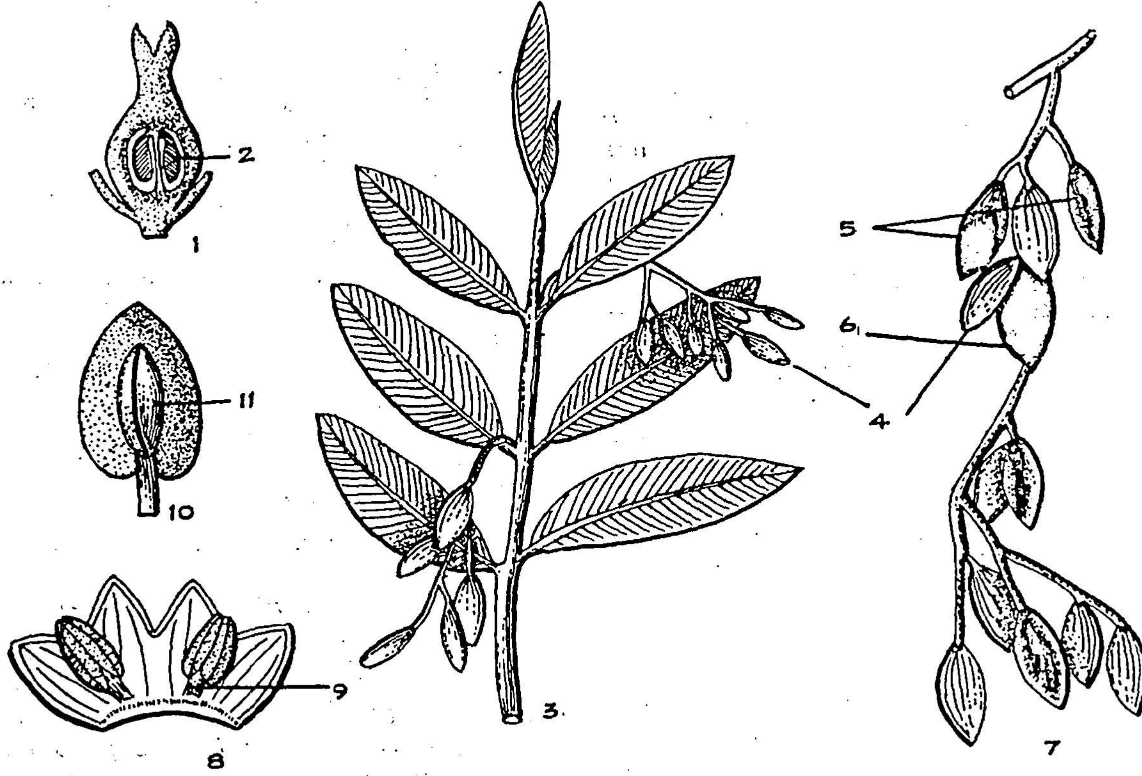
ஆலிவ் மரம்

ஆலிவ் மரத்திற்குத் தாவரவியலில் ஒலியா யூரோப்பியா (*Olea europaea* Linn.) என்று பெயர். இது அல்லி இணைந்த (Gamopetalous) இருவிதையிலைத் தாவரக் குடும்பமாகிய ஒலியேசியைச் (Oleaceae) சார்ந்தது. ஒலியா (*Olea*) பேரினத்தில் உலகில் மொத்தம் 35 முதல் 40 சிற்றினங்களும் இந்தியாவில் 6 சிற்றினங்களும் இருக்கின்றன. இவையெல்லாம் ஆலிவ்கள் (Olives) என்ற பொதுப் பெயரால் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை வெப்ப, மித வெப்ப அல்லது ஐரோப்பாவின் வெப்பத் தெற்குப் பகுதிகளையும், குறிப்பாக மத்தியதரைக்கடல் பகுதிகளையும், ஆப்பிரிக்கா, தெற்கு ஆசியா, கிழக்கு ஆஸ்த்திரேலியா, நியூ கலிடோனியா (New Caledonia) நியூசிலாந்து ஆகிய நாடுகளையும் தாயகமாகக் கொண்டிருக்கின்றன. உண்மையான ஆலிவ் என்பது பயிரிடப்படுகின்ற ஒலியா யூரொப்பியாவைக் குறிக்கும்.

சிறப்புப் பண்புகள். இது 8 முதல் 10 மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடிய சிறிய மரம் ஆகும். இலைகள் தனித்தவை; எதிரமைவிலமைந்தவை (opposite phyllotaxy); இலையடிச் சிதல்களற்றவை. பூக்கள் வெண்மையானவை; பெரும்பாலும் இருபாலானவை; ஆரச்சமச்சீரானவை. இவை இலைக்கோணங்களில் கிளைக்கூட்டு (panicle) அல்லது குறுங்கொத்து (fascicle) மஞ்சரி வகையிலமைந்தவை. புல்லி, அல்லி வட்டம் ஒவ்வொன்றும் நான்கு பிளவுகளைக் கொண்டவை; சில சமயங்களில் அல்லி வட்டம் உண்டாவதில்லை; அல்லி இதழ்கள் தொடு இதழ் அமைவு முறையில் (valvate aestivation) அமைந்திருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் இரண்டு. கனிகள் ஏறக்குறைய நீள்சதுர அல்லது முட்டை வடிவான சுற்கனி (drupe) வகையைச் சார்ந்தவை, கசப்புத் தன்மையுடையவை; பளபளப்புடன் கூடியவை; நன்கு முதிர்ந்த பிறகு இவை 2 முதல் 3 செ.மீ. நீளத்தையும், கருநீலம் அல்லது கருமை நிறத்தையும் அடைகின்றன; ஒரு விதை கொண்டவை; இது தொன்று தொட்டு மத்திய தரைக் கடல நாடுகளில பயிராக்கப்பட்டு வருகின்றது. வெண்மை கலந்த பசுந்தழைகளாலும், நெளிவுகளையுடைய (gnarled) அடிமரப் பாகங்களாலும் இதற்கெனவே குறிப்பிடத்தக்க தோற்றமும், மத்திய தரைக்கடல் தாவரங்களுக்கே உரிய பண்புகளும் உள்ளன. ஆலிவ் மரங்கள் 1500 ஆண்டுகள் அல்லது அதற்கு மேலாகவும் வாழக்கூடியவை. அடிமரப் பாகங்களிலிருந்து பக்கக்கன்றுகள் தோன்றி மேன் மேலும் வளரக் கூடியவை.

பயிரிடும் முறை. ஆலிவில் நூற்றுக்கணக்கான பயிரீட்டு வகைகள் (cultivars) இருக்கின்றன. இவை ஒட்டுதல், மொட்டு ஒட்டுதல் பதியன்கள் மூலம் பரப்பப்பட்டுப் பயிராக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் அடிமரத்தின் தண்டில் ஒட்டுதல் செய்யப்படுகின்றது. மரத்தின் வளர்ச்சி மிகவும் மெதுவாக ஏற்படுகின்றது. ஆதலால் மரம் முதிர்ச்சியடைந்து, பலன் தருவதற்குப் பல ஆண்டுகள் ஆகின்றன. வெவ்வேறு மத்தியதரைக் கடல் நாடுகளில் வெவ்வேறு பயிரிடும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்பெயின் நாட்டில் மரத்தின் நுனியைப் பிளந்தோ வெவ்வேறாக நடுதல் செய்தோ மூன்று தண்டுகளாக ஒன்றன் பக்கத்திலொன்றாகவோ வளரவிடுகின்றார்கள். ஆனால் கிரீஸ் போன்ற நாடுகளில் நேராகவும், உயரமாகவும், ஒரே ஒரு தண்டு உடையதாகவும் வளரும்படியாகச் செய்கின்றார்கள், ஆலிவ் மரத்திலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய பலன் நிலையானதும் உறுதியானது மல்ல. ஏனெனில் ஓர் ஆண்டில் நல்ல பலன் கிடைக்குமேயானால், அடுத்த ஆண்டில் பலன் மிகவும் குறைந்துவிடும். மேலும் காற்றினாலும், மழையினாலும் ஆலிவ் மரத்தின் காய்ப்பு பாதிக்கப்படுகின்றது. உறைபனி பூக்களைக் கெடுக்கின்றது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. மத்தியதரைக்கடல் நாட்டு மக்களின் அன்றாட வாழ்க்கை, பொருளாதாரம் ஆகியவற்றில் ஆலிவ் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்தது. இதன் முற்றிய கனிகளிலிருந்து உண்ணக்கூடிய ஆலிவ் எண்ணெய் எடுக்கப்படுகின்றது. இந்த எண்ணெய் விளக்கெரிப்பதற்கும், சமைப்பதற்கும், மதச்சடங்குகளின் பொழுது உடம்பில் தடவிக் கொள்வதற்கும் பயன்படுகின்றது. ஆலிவ் மரத்தைப் பற்றிய குறிப்புக்கள், கிரேக்க, உரோமானிய நூல்களில் ஏராளமாகக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும், ஆலிவ் கிளை சமாதானத்தின் அறிகுறியாகவும் கருதப்பட்டு வருகின்றது. மருத்துவத்தில், பேதி மருந்தாகவும், இளக்குமருந்தாகவும் (Emollient) பயன்படுவதோடு



ஆலிவ் மரம்

1. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 2. சூல் 3. மிலார் 4. நிறம்மாறாத முதிர்ச்சியடையாத கனிகள் 5. நிறம் மாறிக் கொண்டு வரும் கனிகள் 6. முற்றிலும் நிறம்மாறிய முதிர்ச்சியடையாத கனி 7. கனிக் கொத்து 8. பூவின் விரிப்புத் தோற்றம் 9. மகரந்தத்தாள் 10. ஒரு பாதி உறை நீக்கப்பட்ட கனியின்தோற்றம் 11. விதை

வாசனைப் பூச்சுப் பொருள்கள், சவர்க்காரம் ஆகியவை தயாரிப்பதற்கும், கம்பளியைப் பதப்படுத்துவதற்கும், உணவுப் பண்டங்களைப் பாதுகாப்பதற்கும் ஆலிவ் எண்ணெய் பயன்படுகின்றது. இதன் காயும், கனிகளும் உண்ணத் தகுந்தவை. காய்கள் ஊறுகாய் போடுவதற்கும், வெவ்வேறு வகையான தின்பண்டங்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

டி. கே. சீனிவாசன்

நூலோதி

The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆலிவின்

வேதியியல் உட்கூறு, கட்டமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் நெருங்கிய தொடர்புடைய பல எளிய பாறை - ஆக்கச் சிலிகேட்டுக் கனிமங்களைக் கொண்ட ஒரு தொகுதியில் அடங்கும் கனிமங்களை ஆலிவின் (olivine) என்பர். ஆலிவின் என்னும் பெயர் இரும்பு, மக்னீசியம் ஆகிய தனிமங்களின் சிலிகேட்டுகளாகிய ஃபார்ஸ்ட்டரைட்டு(forsterite)ஃபேயலைட்டு (fayalite) ஆகிய முக்கிய ஆலிவின் வகைக் கனிமங்களின் பெயர்கள் ஆலிவ் பச்சை எனப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட பச்சை வண்ணத்தை உணர்த்த எழுந்தன.

படிகவடிவம். ஆலிவின் செஞ்சாய்சதுரத் தொகுதியில் (orthorhombic system) படிகமாகிறது. படிக வடிவத்தில் கூம்பு, பட்டைக்கூம்பு, பட்டகம், இணை வடிவுகள் எனப் பலவும் காணப்படுகின்றன. மக்னீசிய இரும்பு ஆலிவின்கள் சாதாரணமாகக் கெட்டியான அல்லது திண்துகள் வயமான (பருவெட்டான) வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. பசால்ட்டுப் பாறைகளில் மட்டும் நுண்துகள் பொதிகாரையில் பொதிந்துள்ள முழுவடிவப் படிகங்களைத் தவிர

வேறு எங்கும் தனிப்பட்ட முழுப் படிகங்களாக ஆலிவின் காணப்படுவதில்லை. காண்க, ஆலிவின் தொகுதி.

ஃபார்ஸ்டெரைட்டின் வேதியியல் உட்கூறு Mg_2SiO_4; அடர்த்தி எண் 3.22; கடினத் தன்மை 7. இது உருமாறிய சுண்ணப்பாறைகளிலும் கார, மற்றும் மிகுகார அனற் பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது. ஃபேயலைட்டின் வேதியியல் உட்கூறு Fe_2SiO_4; அடர்த்தி எண். 4.39; கடினத் தன்மை 6.5. இயற்கையில் இதைக் காணல் அரிது. இயல்பு ஆலிவின் 90% ஃபார்ஸ்டரைட்டையும், 10% ஃபேயலைட்டையும் கொண்டுள்ளது. வேதியியல் உட்கூறு $(MgFe)_2SiO_4$. அடர்த்தி எண் 3.27 முதல் 3.6 வரை மாறுபடும். கடினத்தன்மை 6.5 முதல் 7 வரையிலும் மாறுபடும். இக்கனிமம் செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகின்றது. இக்கனிமம் பளிங்கு மிளிர்வையும், சங்கு முறிவையும் கொண்டது. இதன் உராய்வுத் துகள் நிறமற்றும், அரிதாக மஞ்சள் நிறம் கொண்டும் காணப்படுகிறது. நொறுங்கும் தன்மை உடையது.

ஒளியியல் பண்பு. கனிமச் சீவலில் இது நிறமற்றதாகவும், எல்லைவரை மிகுதியாகவும் இருக்கும். ஒளியியலாக இது நேர்மறைக் கனிமமாக இருப்பினும் இரும்பு மிகும்போது எதிர்மறைக் கனிமமாக மாறும். இதன் ஒளியியல் அச்சுத்தளம் அடிஇணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (001) இணையாகவும், மெதுஒளி அதிர்வு அச்சுக்குச் (z) (100) செங்குத்தாகவும் இருக்கும். ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் (2v) 80 முதல் 90 வரை மாறுபடும். ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் இரும்பு அதிகமாகும்போது கூடும். இரும்பு கூடும்போது ஒளிவிலகல் எண்ணும் அதிகமாகும். இதன் ஒளி விலகல் எண் விரைவு ஒளி அதிர்வு அச்சில் 1.635 முதல் 1.655 வரையிலும்; இடையொளி அதிர்வு அச்சில் 1.650 முதல் 1.670 வரையிலும், மெது ஒளி அதிர்வு அச்சில் 1.670 முதல் 1.690 வரையிலும் அமையும். இதன் ஒளி விலகல் எண் இடைவெளி 0.035 ஆகும். இதன் படிக அச்சுகளின் விகிதம் 0.46575:1:0.5865 ஆகும்.

கருநிறம் கொண்ட காப்ரோ, பசால்ட்டு, பெரிடோடைட்டு போன்ற காரப் பாறைகளில் ஆலிவின் பெரிதும் தழைத்துள்ளது. நிலக்கோள மேலோட்டுக்குக் (35 கி.மீ. தடிப்பான மேல் படலம்) கீழேயுள்ள புறணியின் (mantle) மேற்பகுதியிலுள்ள கனிமங்களில் மிக முக்கியமானவை ஆலிவின் கனிமங்களே. இவை கார மற்றும் மிகு கார அனற் பாறைகளுக்குத் தகைசால்பானவை. இப்பாறைகள் உலகின் உட்புறத்தே உள்ள தாய்ப் பாறைக்குழம்பிலிருந்து (parent rock magma) படிகமாகின்றன. இவற்றில் சிலிக்கா குறைவாகவும் இரும்பும், மக்னீசியமும் மிகுதியாகவும் உள்ளன. இவை சில உருமாற்றப் பாறைகளிலும் (metamorphic rocks) விண்கற்களிலும் (meteorite) காணப்படுகின்றன.

மக்னீசியம் மிகுந்துள்ள ஆலிவினின் தெளிவான தூய நிறமுடைய மணிக்கல் வகைகளில் (gems) ஆழ்நிறம் உடையவைகளைப் பெரிடோட்டு (peridot) என்றும், வெளிர் நிறம் உடையவற்றைக் கிரைசோலைட்டு (chrysolite) என்றும் அழைப்பர். பெரிடோட்டு மணிக்கல் பர்மாவிலும், செங்கடலில் உள்ள செயின்ட் ஜான் தீவிலும் கிடைக்கிறது.

ஆலிவினின் உருகுநிலை (melting point) மிக உயர்ந்ததாய் உள்ளதாலும் அது வேதிப் பொருள்களால் பெரும்பாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்பதாலும் மக்னீசிய ஆலிவின் ஒரு முக்கிய பயன் தாங்கும் கல்லாகும் (refractory brick). இது ஃபார்ஸ்டரைட்டுக் கற்கள் என்னும் பெயரில் உருக்கு உலைக்களங்களிலும் காளவாய்களிலும் உள்வேய்வுக் கற்களாகப் பயன்படுகின்றது.

கனிம மாற்றுப்பொருள். மிகுகாரப் பாறைகளில் ஆலிவின் செர்ப்பென்டினாக மாற்றப்படுகிறது. இத்துடன் மேக்னசைட்டும் (magnesite) உடன்படிவாகக் காணப்படுகிறது.

ஆலிவினை மட்டும் கொண்டுள்ள பாறைக்கு டூனைட்டு (dunite) என்று பெயர். சேலத்திலுள்ள வெள்ளைக்கல் அல்லது சுண்ணாம்புக்கல் நிலப்பகுதி இத்தகைய ஆழ்நிலை உள்நுழைவுப் பாறைகளால் ஆனது. இங்கு உலகப் புகழ்பெற்ற மேக்னசைட்டுக் கனிமத் திறந்தவெளிச் சுரங்கங்கள் உள்ளன.]

ம. ச. ஆனந்த்

நூலோதி

1. Ford, W.E., Dana's Text Book of Minealrogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Winchell, A.N., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.
3. Milovsky, A.V., Konohov, O. V., Mineralogy, Mir Publishers, Moscow, 1985.

ஆலிவின் தொகுதி

மக்னீசியம், கால்சியம். இரும்பு, மாங்கனீசு ஆகிய தனிமங்களை உள்ளடக்கியது. இது செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் (orthorhmbic) படிகமாகிறது. ஆனால் செஞ்சாய் சதுரப் படிக வகையிலிருந்து இதன் அச்சு விகிதம் (axial ratio) சிறிது மாறுபட்டுள்ளது. இந்த வகையினத்தைக் கிரைசோலைட்டு அல்லது ஆலிவின் எனக் கூறுவர்

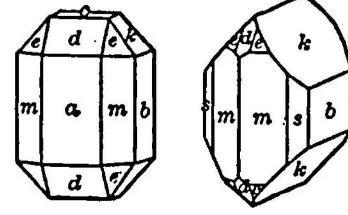
ஆலிவின், மக்னீசியம், இரும்பு முதலியவற்றைப் பல்வேறு விகிதங்களில் (proportions)பெற்றிருக்கிறது. இதன் படிக அச்சுக்களின் விகிதம் a : b : c = 0.46575:1:0.5865.இது தட்டையான மற்றும் நீளமான பட்டக் படிவங்களாகக் காணப்படும். இது மொத்த மாகவும், திண்மையாகவும், சிறுசிறு துகள்களாகவும் காணப்படும். ஆலிவின் உட்கூறு ஃபார்ஸ்ட்டரைட் டிலிருந்து (forsterite. Mg_2SiO_4) பேயலைட்டு (fayalite,$_2Fe_2SiO_4$) வரை மாறுபடுகிறது. இதனுடைய பொது வாய்பாடு R_2SiO_4 ஆகும். இதில் R என்பது மக்னீசியத்தையும், இரும்பையும் குறிக்கும்.

படிக அமைப்பு. எக்ஸ் கதிரால் ஆலிவினின் அணுக் கட்டமைப்பைப் பார்க்கும்போது, இது SiO_4 வகையிலிருந்து வேறுபட்ட தனித்தன்மை வாய்ந்துள்ளது. மக்னீசியம் அணு ஒழுங்கற்ற ஆறு ஆக்சிஜன் அணுக்களுக்கு இடையில் அமைந்துள்ளது. மான்ட்டிசில்லைட்டு (monticellite) தனிமத்தில் ஒரு ஜோடி மக்னீசியம் அணு, கால்சியம் அணுவால் இடம் பெயர்ந்துள்ளது. ஆக்சிஜன் அணுக்கள் ஏறக்குறைய நெருக்கமாய் அறுகோண வடிவில் அமைந்துள்ளன.

ஆலிவின் தொகுதியில் உள்ள கனிமங்களாவன, மான்டிசெல்லைட்டு (monticellite, $CaMgSiO_4$), குளுகோகுராயிட்டு (glaucochroite, $CaMnSiO_4$), ஃபார்ஸ்ட்டரைட்டு (forsterite, Mg_2SiO_4), கிரை சோலைட்டு (chrysolite, $(Mg,Fe)_2\ SiO_4$), ஹார்ட்ட னோலைட்டு (hortonolite, $(Fe,Mg,Mn)_2\ SiO_4$), ஃபேயலைட்டு (fayalite, Fe_2SiO_4), நிபிலைட்டு (knebelite $(Fe,Mn)_2\ SiO_4$) டெப்ராயிட்டு (tephroite. Mn_2SiO_4) லார்செனைட்டு (larsenite, $PbZnSiO_4$) என்பனவாகும்.

இயற்பியல் பண்புகள். படிக நிலையில் இது ஆலிவ்-பச்சை நிறத்தைப் பெற்றிருப்பதால்,இதற்கு ஆலிவின் என்ற பெயர் வந்தது. மேலும், இதில் ஃபார்ஸ்ட்ட ரைட்டு வெள்ளை நிறத்திலும், ஃபேயலைட்டு கறுப்பு நிறத்திலும் இருக்கும். இதன் கடினத்தன்மை 6.5 ஆகும். ஆலிவினின் அடர்த்தி எண் 3.2 இலிருந்து 4.4 வரையில் மாறுபடும். Mg_2SiO_4 வேதியியல் உட் கூறு கொண்டவற்றில் அடர்த்தி எண் 3.2 ஆகவும் Mn_2SiO_4 உட்கூறு கொண்டவற்றில் அடர்த்தி எண் 3.5 ஆகவும் Fe_2SiO_4 உட்கூறு கொண்டவற்றில் அடர்த்தி எண் 4.4 ஆகவும் இருக்கும். இது குறு இணை வடிவப்பக்கத்தில் (010) தெளிவற்ற பிளவு கொண்டது. இதன் உராய்வுத் துகள் நிறமற்றும், அரிதாக மஞ்சள் நிறம் கொண்டும் காணப்படுகிறது. இது சங்கு முறிவையும், பளிங்கு மிளிர்வையும் கொண்டு காணப்படுகிறது.

ஒளியியல் பண்புகள். (optical properties). இது ஈரச்சு (biaxial) நேர்மறை, எதிர்மறைக் கனிமமாகும்



ஆலிவின் படிக அமைப்பு

a,	100	-	செவ்விணை வடிவப் பக்கம்
b,	010	-	குறுஇணை வடிவப் பக்கம்
c,	111	-	கூம்புப் பட்டகம் (அ) பட்டைக் கூம்பு
m,	110	-	பட்டகம்
k,	021	-	நெட்டச்சக் குவிமாடம்
d,	101	-	குற்றச்சக் குவிமாடம்
s,	120	-	நெட்டச்சப் பட்டகம்

இதில் ஒளியியல் அச்சுக்களுக்கு இடையே உள்ள கோணம் (2V) 82° இலிருந்து 90° வரை மாறும். ஒளி யியல் அச்சுத்தளம் அடியிணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (001) இடையே உள்ளது. இதன் இரட்டுறல் அச்சு (twinning axis) பொதுவானதன்று. இதில் பல திசை அதிர் நிறமாற்றம் (pleochroism) தெளிவாகத் தெரி வது இல்லை.

இனஞ்சுட்டும் கூறுபாடுகள். ஆலிவின் நிறத்திலும், சிறுதுகள் படிகத் தன்மையிலும் இது மற்ற பாறை களிலிருந்து வேறுபட்டிருக்கும். இது 1:1 விகிதத்தில் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரையும்.

தோற்றம். ஆலிவின் கனிமம் தனித்தன்மை வாய்ந்த ஒற்றைக் கனிமப் பாறையாகவும் டூனைட்டு (dunite), ஆலிவினைட்டு (olivinite) பெரிடோட்டு கள் (peridotes) முதலியவையாகவும் சிலவகைப் படிவுப் பாறைகள் மக்னீசியா உட்கூறு கொண்டும் டோலமைட்டு உருமாற்றத்திற்கு உட்பட்ட போது குரோமைட்டு ஸ்பீனல் முதலியவற்றுடனும் உடனி ணைந்து காணப்படும்.

பயன்கள். ஆலிவின் உயர்வெப்பம் தாங்கும் பொருள். தொழிற்சாலையில் எளிதில் உயர் வெப்பச் செங்கல்களைத் (refractrory brick) தயாரிக் கப் பயன்படுகின்றது. நல்ல நிறத்தைக் கொண்ட மிளிரும் தன்மை கொண்ட ஆலிவின் அருமணிக் கற்களாகப் பயன்படுகின்றன.

ந. சந்திரசேகர்

நூலோதி

1 Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

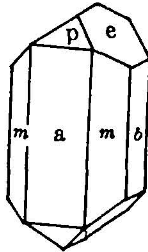
2. Winchell, A.N., Winchell, H., Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1998.

3. Milovsky, A.V., Kononov, O.V., Mineralogy, Mir Publishers, Moscow, 1985.

ஆலிவினைட்டு

ஆலிவினைட்டுக் (olivenite) கனிமம் செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் வேதியியல் உட்கூறு $Cu_3As_2O_8Cu(OH)_2$ அல்லது $4\ CuOAs_2O_5H_2O$. இதில் ஆர்செனிக் பென்டாக்சைடு 40.7 விழுக்காடும், குப்பிரிக் ஆக்சைடு 56.1 விழுக்காடும், நீர் 3.2 விழுக்காடும் அடங்கியுள்ளன. இக்கனிமத்தின் குற்றச்சு, நெட்டச்சு, நிலைஅச்சின் நீளங்களின் விகிதம் (a:b:c) 0:9396:1:0.6726 ஆகும்.

இயற்பியல் பண்புகள். படிகங்கள் பட்டக வடிவாகவும் ஊசியை ஒத்த வடிவமாகவும், கோளம் போன்ற வடிவமாகவும் சிறுநீரகம் போன்ற (reniform) வடிவமாகவும், கண்ணுக்குப் புலப்படாத நுண் இழைகளாகவும், நீண்ட, அல்லது சிறிய இழைகளாகவும், அரிதாக ஒழுங்கற்ற வளைந்த தாள் படலமாகவும், குறுஇணைகளாகவும் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. பிளவுகள் பட்டகப் பக்கத்திலும் (110), (011), குறுஇணை வடிவப் பக்கத்திலும் (010) சுவடுகளாகக் காணப்படுகின்றன. சீரற்ற முறிவிலிருந்து சங்கு முறிவு வரை காணப்படுகிறது.



ஆலிவினைட்டுப் படிக அமைப்பு

இது நொறுங்கும் தன்மையுடையது. கடினத்தன்மை 3. அடர்த்தி 4.1 முதல் 4.4 வரை உள்ளது. இது வைர மிளிர்வு முதல் (adamantine luster) பளிங்கு மிளிர்வு (vitreous luster) வரை மிளிர்வது. அடர்ஹைட்டிரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரையும். இருப்பினும் சில வகைக் கனிமங்கள் முத்து மிளிர்வைக் (pearly luster) கொண்டுள்ளன. இது பலவகை ஆலிவ் பச்சை வண்ணம் கொண்டது. இதன் உராய்வுத்தூள் ஆலிவ் பச்சை வண்ணம் முதல் பழுப்பு வண்ணம் வரை காணப்படுகிறது. குறை ஒளி ஊடுருவும் தன்மை முதல் (sub transparent) ஒளிபுகாத் (opaque) தன்மை வரையுடையது.

ஒளியியல் பண்புகள். இதன் ஒளியியல் அச்சுத் தளம், (optical axial plane) அடியிணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (001) இணையாக உள்ளது. ஒளிவிலகல் எண்கள் மாறும் இயல்புடையவை. ஒளியியலாக நேர் மறைக் கனிமம். இருந்தாலும் சில நேரங்களில் எதிர் மறைக் கனிமமாக உள்ளது. அதன் ஒளியியல் அச்சுக் கோணம் (optic axial angle) (2v) 90° ஆகும். வலிமையான ஒளி விரவல் (strong dispersion) உடையது. பலதிசை அதிர்நிற மாற்றம் இல்லாததாக இருந்தாலும் சில சமயங்களில் இப்பண்பைக் காணலாம். நீல ஒளி அச்சுக்கோணம் (v) சிவப்பொளி அச்சுக் கோணத்தை (γ) விட அதிகமாய் உள்ளது (v > γ). ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமங்களுக்கு மட்டுமே இது பொருந்தும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் விரைவொளி அச்சுக்கு (Z) 1.863 ஆகவும், மெது ஒளி அச்சுக்கு (X) 1.772 ஆகவும் இடையொளி அச்சுக்கு (Y) 1.810 ஆகவும் உளது. இதைப் பொறுத்துச் சிறிதளவு பலதிசை அதிர்நிறமாற்றம் கொண்டுள்ளது. பலதிசை அதிர்நிறமாற்றம் காட்டுவதாக உட்டா (Utah) வில் இருந்து கிடைத்த ஆலிவினைட்டு ஆராயப்படும்போது விரை ஒளி அச்சுத் திசையில் (Z) மஞ்சள் அல்லது வெளிர் பச்சையாகவும், மெதுஒளி அச்சுத் திசையில் (X) வெளிர் பச்சையாயும், இடையொளி அச்சுத் திசையில் (Y) பச்சை முதல் வெளிர் மஞ்சள் வண்ணமுடையதாயும் இருப்பது கண்டறியப்பட்டது.

ஊது குழல் சோதனை முறையில் மூடிய குழல் சோதனையில் இது நீர்த்திவலைகளை உண்டாக்கும். இது ஊதுகுழலின் முன்னால் உருகி நீலப்பச்சை நிறமுடைய சுடரை உண்டாக்குகிறது. கரிக்குழியில் ஊது குழலினால் வெப்பமூட்டும்போது ஆர்செனிக்கின் நாற்றத்தை வெளிவிடுகிறது. ஊது குழல் சோதனை முறையில் உலோக ஆர்செனேட்டுகள் சோடியம், செம்பு முதலியவற்றுடன் கிடைக்கின்றன. அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் இது கரைகிறது.

படிக வகைப்பாடு. படிக வகைகளாகவும், நுண் இழைகளாகவும், பச்சை, மஞ்சள், நீலம் நிறங்களுடன் கருநீல நிற ஊசி வடிவமாகவும், சிறு உருண்டைகளாவும், சில சமயங்களில் மிகவும் மென்மையான துகள்களாகவும் காணப்படுகின்றன.

பரவல். இக் கனிமம் செம்பின் (copper) ஓர் அரிதான இரண்டாம் தரக் கனிமம். இவை அடமைட்டுடன் (adamite) கூட்டுப்படிகமாகப் பிரான்சு நாட்டில் உள்ள கிரானி (Garonne) முனையிலும், கிரான்வெல்லில் (Cornwell) லிஸ்க்கியர்டு (Liskeard) என்ற இடத்தில் குவார்ட்சு கனிமத்துடன் சேர்ந்தும் காணப்படுகிறது.

டுப்டைட்டுக் (dubtite) கனிமமும் ஆலிவினைட் டைச் சேர்ந்தது. ஆனால் பாதி அளவு செம்பு, ஈயத்தால் இடப்பெயர்ச்சியடைந்து காணப்படும். இதன் வேதியியல் உட்கூறு (Pb,Cu,), $(As\ O_4)_2$ (Pb,Cu) $(OH)_2$

பயன்பாடு. இக்கனிமம் செம்பின் முக்கிய தாது. மேலும் இதன் ஒருவகையான டுப்டைட்டு ஈயத்தின் முக்கிய தாதுவாகும். நம் நாட்டில் இக்கனிமம் மிகவும் அரிதாகவே கிடைக்கிறது.

சு.ச

நூலோதி

1. Ford, W.E., Dana's Text Book of Mineralogy-Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

2. Winchell, N.A., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.

ஆலோஜன் கனிமங்கள்

காண்க, ஹாலோஜன் கனிமங்கள்.

ஆவன் அன்மா தீவுகள்

நிலத்தீவுகள் என்றழைக்கப்படும் இத்தீவுக் கூட்டங்கள் ஏறத்தாழ 16,504 சதுர கி.மீ. பரப்பை உடையவை. ஆவன் அன்மா தீவுகள் (Ah-Von-an-man islands) பால்டிக் கடலில் ஸ்வீடனுக்கும் பின்லாந்துக்கும் இடையில் போதினியா வளைகுடா முகப்பில் உள்ளன. இத்தீவுக் கூட்டம் ஏறத்தாழ 7000 தீவுகளைக் கொண்டிருந்தாலும் 100 க்கும் குறைவான தீவுகளில் மட்டுமே குடியிருப்புக் காணப்படுகிறது. கப்பல் போக்குவரத்து, மீன்பிடிப்பு, காடு வளர்ப்பு, வேளாண்மை,சுற்றுலா வளர்ச்சி ஆகியவை இத்தீவின் முக்கிய தொழில்களாகும்.

ஸ்வீடன் நாட்டுக் காலனி ஆதிக்கத்திலிருந்த இத்தீவுகள் 1809 ஆம் ஆண்டு பின்லாந்து நாட்டுடன் சோவியத்துநாட்டுக்கு ஸ்வீடனால் கொடுக்கப்பட்டன. ஆனால் முதல் உலகப்போர் முடிந்தவுடன் மீண்டும் ஸ்வீடனுடன் இணைய மக்கள் விரும்பினார்கள். 1921 இல் ஐக்கிய நாடுகள் கழகம் (League of Nations) பின்லாந்து நாட்டின் அரசுரிமையை ஏற்றுக் கொண்டாலும், இத்தீவுகளுக்குத் தன்னாட்சி நிலை மட்டும் கொடுப்பதாக வாக்குறுதி அளித்தது. இரண்டாவது உலகப்போருக்குப் பின்னர் ,சோவியத்து நாட்டின் வற்புறுத்தலின் பேரில், பின்லாந்து நாட்டுச் சட்டமன்றம் 1951 இல் தன்னாட்சி நிலையை மாற்றி, இத்தீவுகளுக்குக் கூடுதலாகச் சில உரிமைகள் கொடுத்தது.

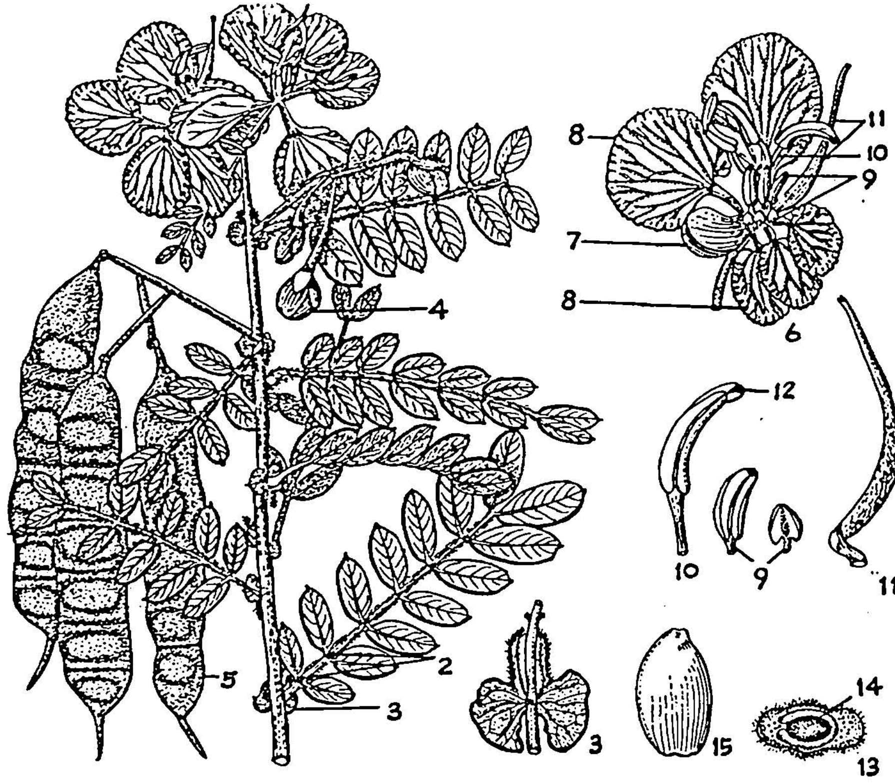
ம. அ. மோ.

ஆவாரை

இது நிலாவாரை என்றும் கூறப்படும். அல்லி இணையா இருவிதையிலைத் தாவரங்களின் சீசல் பினியேசிக் (Caesalpiniaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. தாவரவியலில் இதற்குக் கேசியா ஆரிக்குலாத்தா (*Cassiz auriculata* Linn). என்று பெயர். ஆவாரை, பெரும்பாலும் வெப்பம் அதிகம் உள்ள ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் தென் மாநிலங்களில் இது பரவியிருக்கிறது. தமிழகத்தில் பெரும்பாலும் மலைப்பகுதிகளிலும், கரிசல் மண் நிலங்களிலும் வளர்கின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது புதர்ச் செடி ஆகும். இதன் இலையடிச் சிதல்கள் காது போன்று பெரியவை. இந்த அடிப்படையில் சிற்றினப் பெயர் ஏற்பட்டது. இலைகள் சோடியான சிற்றிலைகளைக் கொண்டு முடிவுபெறும் சிறகமைப்புக் கூட்டிலைகள் (paripinnately compound leaf) ஆகும். சிற்றிலைகளுக்கிடையே சுரப்பிகள் காணப்படும்; இவற்றிற்குக் காம்புகள் உண்டு; இவை 8 முதல் 10 சோடியாக இருப்பவை; இவற்றின் பின்புறத்தில் நுண்ணிய கேசங்கள் பரவியிருக்கின்றன. மஞ்சரி சமமேல் மட்டக் கதிர் வகையில் கிளைகளின் நுனியிலோ இலைக் கோணங்களிலோ காணப்படும். மலர்கள் மஞ்சள் நிறமானவை; பெரியவை. பூவடிச்சிதல்கள் நிலையானவை. புல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் ஒழுங்கற்ற திருகு முறையில்(imbricate) அமைந்தவை. அல்லிகள் ஐந்தும் ஏறு போக்கு உடைய ஒழுங்கற்ற திருகுமுறையில் அமைந்தவை. மகரந்தத் தாள்கள் பத்தாக இருந்த போதிலும், வழக்கமாக எட்டுத் தாள்களே காணப்படும். இவற்றில் 3 முதல் 4, மகரந்தத்தைப் பைகளின் நுனியில் உள்ள துளை வழியாக வெளிப்படுத்தும்; எஞ்சியவை மலடுகளாக இருக்கும். சூற்பை சிறிய காம்புடையது; மேல்மட்டத்திலமைந்தது; பல சூல்களைக் கொண்டது, சூலகத்தண்டு உள் வளைந்தது. சூலகமுடி கேசங்களைக் கொண்டிருக்கும். சூல்கள் விளிம்படுத்த சூல் அமைவுடனிருக்கும் (marginal placentation). கனி, வெடிகனியாகும். விதைகளுக்கிடையே தடுப்புக்கள் உண்டு. முளைசூழ்தசை (endosperm) உண்டு. மலர் மொட்டுக்களில் ஏராளமான சிற்றெறும்புகள் தேனுக்காக உள்ளே இருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. ஆவாரம் பட்டை மருத்துவத்தில் பேரளவில் பயன்பட்டு வந்திருக்கிறது. சளி, இருமல், காய்ச்சல் முதலியவற்றிற்கு மிகச் சிறந்த மருந்தாகப் பயன்பட்டு வருகின்றது. இதன்



ஆவாரை

1. மிலார் 2. சிற்றிலையடிச்சிதல்கள் 3. இலையடிச்சிதல்கள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 4. பூ மொட்டு 5. கனி 6. பூ 7. புல்லி இதழ் 8. அல்லி இதழ்கள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 9. மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 10. வளமுள்ள மகரந்தத் தாள்கள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 11. சூலகம் (இரு அளவுகளில் காண்க) 12. மகரந்தப்பையின் துளை 13. சூற்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 14. சூல் 15. விதை.

வேர் தோல் நோய்களுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது. இதன் பட்டையிலிருந்து எடுக்கப்படும் டானின் (tannin) தோல் பதனிடுதல், சாயங்கள் செய்தல் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகின்றது. இந்தியாவில் பற்பல பகுதிகளில் இது பயிராக்கப்படுகின்றது. இரண்டு ஆண்டுகளில் ஏறக்குறைய 3மீ உயரமும் 4 ஆண்டுகளில் 5மீ உயரமும் வளரக் கூடும். சுண்ணாம்புச் சத்து நிறைய உள்ள நிலங்களில் பயிராக்கப்படுகின்ற செடிகளில் டானின் அளவு மற்றவைகளைவிட அதிகமாக இருக்கும். இது பசுந்தழை உரமாகவும் பயன்படுகின்றது.

தி.பாலகுமார்

நூலோதி

1. Gamble, J.S., Fl. Press. Madras, Adlard & Son Ltd., London, 1998.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆவாரை (சித்த மருத்துவம்)

ஆவாரையின் இலை, பூ, பட்டை, விதை, வேர், பிசின் ஆகியவை மருத்துவத்திற்குப் பயன்படும்.

ஆவாரையின் இலை, பூ, காய், பட்டை, வேர் என்னும் ஐந்து உறுப்புகளும் ஆவாரைப் பஞ்சாங்கம் எனப்படும். ஆவாரைப் பஞ்சாங்கச் சூரணம் மூன்று பங்கும் கோரைக் கிழங்கு, கிச்சிலிக் கிழங்குச் சூரணம் ஒரு பங்கும் கூட்டித் நாள் தோறும் உடம்பிற்குக் குளித்து வரக் கற்றாழை நாற்றம் தீரும்.

இலை. ஆவாரங் கொழுந்தைச் சட்டியிலிட்டு, விளக்கெண்ணெய் தெளித்து வறுத்துச் சீலையில் வைத்து ஒற்றடம் கொடுத்தால் முளை மூலத்தின் முளை கருகும். அதனுடைய கடுப்பும் ஊறலும் தணியும்.

ஆவாரந்தளிர், கல்மதம், கொன்றை வேர் ஆகிய

இம் மூன்றையும் புளித்த மோரில் கலக்கிக் குடிக்க நீரிழிவு நோய் நீங்கும்.

பூ. பூவைச் சமைத்துச் சாப்பிட நீரிழிவு, கற்றாழை மணம், உடம்பில் உப்புப் பூத்தல், நீர் வேட்கை முதலியவை சமனப்படும். இதைக் குடிநீர் இட்டுப் பால் சேர்த்துச் சாப்பிட உட்சூடு தணியும். மணப்பாகு செய்து சாப்பிட வெள்ளை, மூத்திர ரோகம், ஆண்குறி எரிச்சல் நீங்கும். இதை வதக்கிக் கண்ணோய்க்கு ஒற்றடம் இடலாம். பூவுடன், பச்சைப் பயறு சேர்த்து அரைத்து நமைச்சலுக்குத் தேய்த்துக் குளிக்கலாம்.

பட்டை. ஆவாரம் பட்டை, ஆவாரங் கொழுந்து, ஆவாரம் பூ, அறுகம் வேர் இவற்றை நிழலில் உலர்த்திச் சம எடை எடுத்து, சூரணித்து வெருகடி அளவு (இரண்டு விரல் அளவு) பசு நெய்யில் குழைத்து, ஒரு மண்டலம் (48 நாள்) சாப்பிட உள்மூலம் கரைந்து போகும்.

இதைக் குடிநீரிட்டு வாய் கொப்பளிக்கவும், ஆசனவழியாய்ப் பீய்ச்சவும் பயன்படுத்தலாம்.

ஆவாரம் வேரின் பட்டை, விஷ்ணுகிரந்தி வகைக்கு ஒரு எலுமிச்சங்காயளவு அரைத்துப் பசுவின் பாலில் கலக்கி மூன்றுநாள் கொடுக்க இரத்தப் பிரமியம் தீரும்.

ஆவாரம் பட்டை, கொன்றை, நாவல், கடலழிஞ்சில் முத்தக் காசு, கோட்டம், மருதப்பட்டை இவற்றைஒரே அளவில் கூட்டிக் குடிநீரிட்டுக் குடிக்க நீரிழிவு போகும்.

விதை. இதைப் பொடித்து, நீர விட்டு அரைத்துக் குழப்பிக் கண் சிவப்பு நீங்க, கண் இமையின் மீது பற்றிடலாம்.

வேர். வேர்ப்பட்டையைக் குடிநீர் செய்து அதற்கு நேர் வெள்ளாட்டுப்பால் அல்லது பசுவின்பால், நல்லெண்ணெய் இவற்றைக் கூட்டித் தைலம் செய்து தலை மூழ்கி வர மேகநீரால் வேதனைப்படுபவர்களின் வெப்பம் தணியும்; கண் குளிரும்.

பிசின். இதில் 4.2 மி.கிராம் முதல் 10 மி.கிராம் வரை நீரில் கலந்து குடித்துவர நீரிழிவு, வெள்ளை, சிறுநீர் எரிச்சல் போகும்.

சே. பிரேமா

ஆவி அடைப்பு

பொறியின் (engine) எரிபொருள் செலுத்தும் அமைப்பில் எரிபொருள் ஆவி (vapour) குமிழிகள் உண்டாவதால் எரிபொருள் பாய்வில் ஏற்படும் தடையே ஆவி அடைப்பு (vapour lock) ஆகும்.

பொறியை எளிதில் கிளப்பும் (start) எரிபொருளின் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் சுற்றுப்புற மிகு வெப்பத்தால், எரிபொருள் எக்கி (fuel pumd) எரிவளி கலப்பித் துளைகளின் (carburetor vents) திறனுக்கு மீறிய அளவில் ஆவியை உண்டாக்குகின்றன. எரிபொருள் எக்கியின் நுழைவழியில் அழுத்தம் குறைவதாலும் எரிபொருள் ஆவியாகிறது.

ஆவியான எரிபொருளின் பருமன் அளவு மிகுந்திருப்பதால் நீர்மநிலையில் செல்லும் அளவு குறைந்து ஒழுங்கற்ற பொறி இயக்கமும் நிறுத்தமும் ஏற்படுகின்றன.

எக்கி (pump) எரிபொருளை இழுப்பதை விட விரைவாக எரிபொருள் ஆவியானால், எரிவளி கலப்பிக்குள் பாயும் எரிபொருள் நிறுத்தப் பெற்றுப் பொறியும் நின்றுவிடுகிறது.

எரிபொருள் தொட்டியினின்றும் பொறிக்குச் செல்லும் வழியில் பல வளைவுகளும் இணைப்புகளும் இருப்பதும், பாதை பொறியின் வெப்பத்தினின்றும் காக்கப்படாமையும், பாதையில் வெற்றிடம் (vaccum) ஏற்படுவதும், ஆவிக் குமிழிகள் உண்டாகக் காரணமாகின்றன.

எரிபொருள் பாதையைத் தண்மையாக வைத்திருப்பதாலும், பாதையின் திசையிலும், குறுக்கமைப்பிலும் திடீர் மாற்றங்களைத் தவிர்ப்பதாலும், போதுமான திறமுடைய எரிபொருள் எக்கியைப் பாதையின் மிகத் தாழ்ந்த இடத்தில் (lowest point) பயன்படுத்துவதாலும் ஆவியாதலைக் குறைத்து ஆவி அடைப்பைத் தவிர்க்கலாம்.

தமிழநம்பி

நூலோதி

1. கே. ஆர். கோவிந்தன், உட்கனற் பொறி ஓர் அறிமுகம், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 19.
2. DEBUSSY, J.H., Materials & Technology, Vol. VI, Longmans, London, 1978.

ஆவி கடத்தல்

நிலப்பரப்பிலிருந்து வளிமண்டலத்துக்கு ஆவி கடத்தப்படுவதற்கு ஆவிகடத்தல் (evapotranspiration) என்று பெயர். ஏரி, ஓடை, மண்பரப்பு, தாவர நீராவிப்போக்கு (transpiration) ஆகியவை இந்த ஆவி கடத்தலுக்கான ஆவியைத் தரும் மூலங்களாகும். சராசரியாகப் பொழியும் மழையில் 2/3 பங்கு ஆவி கடத்தல் மூலம் வளி மண்டலத்துக்குத் திரும்புகிறது. பாலை நிலங்களில் 100% அளவுக்கு இது உண்மையாகிறது. நல்லமழை பொழிந்தும் ஆவியாதல் மிகக் குறைவாக நிகழும் இடங்களில் ஆவிகடத்தல் இதில் 1/3 பங்கே நிகழ்கிறது.

ஆவியாதலும் நீராவிப் போக்கும் தனித்தனியாக நிகழ்வதில்லை. இரண்டும் இணைந்தே நிகழ்கின்றன. நீராவிப் போக்கு என்பது தாவரங்கள் வேர் மூலம் உறிஞ்சிய நீரைத் தண்டுக்குக் கொண்டுவந்து இலைகளின் துளைகள் மூலம் ஆவியாதலால் வளிமண்டலத்துக்குத் தருவதாகும். இதன் பெரும அளவு, தேக்க அல்லது நிலை ஆவிகடத்தல் (potential evapotranspiration) எனப்படுகிறது. இந்த அளவு, நீர்ப் பரப்புகளிலிருந்து நிகழும் ஆவியாதலின் அளவுக்குச் சமமாகும். நீர்ப் பாசனமுள்ள பகுதிகளைத் தவிரப் பிற பகுதிகளில் மழை பெய்யும் அளவைக் காட்டிலும் இது மிகுவதில்லை. ஆறுகளுக்கான ஆவிகடத்தல், கிளை ஆற்றுப் பகுதிகளில் பெய்யும் மழை அளவிலிருந்து அப்பகுதிகளில் இருந்து வெளியேறும் நீரளவைக் கழித்த அளவுக்குச் சமமாகும். இதில் ஊற்று நீரும், தேக்கங்களின் நீரும் பிற பகுதிகட்கு மடை திருப்பிக் கொண்டு செல்லும் நீரும் தள்ளப்பட்டன. காண்க, வளிமண்டல ஆவியாதல்.

மண்ணின் மெல்லிய மேல்புரையில் மட்டுமே நீர் ஆவியாகிறது. ஆனால் நீராவிப் போக்குவரத்துத் தொகுதி பரவியுள்ள பகுதி முழுமையிலிருந்து நீரை வெளியேற்றுகிறது. ஆழ்நீர்வகைத் தாவரங்கள் ஊற்று நீரிலிருந்தும் நீர்மட்டத்துக்கு மேலமையும் நுண்புரைப் பகுதியிலிருந்தும் நீரைப் பெற்று நீராவிப் போக்கை நிகழ்த்துகின்றன. இவை மிக ஆழமான வேர்த் தொகுதி கொண்டவை. எடுத்துக்காட்டாக, மெஸ்க்குவைட் 20 மீட்டர் ஆழமும், அல்ஃபால்ஃபா 35 மீட்டர் ஆழமும் வேர்விடுகின்றன. இவற்றுள் உப்புப் புல், உப்புச்சிடார் மரங்கள் (tamarisk), நாணல், பருத்தி முதலியவை அடங்கும். இவை 1 ஏக்கர்- அடிக்கு 325,400 காலன் நீரை நீராவிப் போக்கால் பயனற்ற முறையில் வெளியேற்றுகின்றன என்பதை ஆய்வுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன.

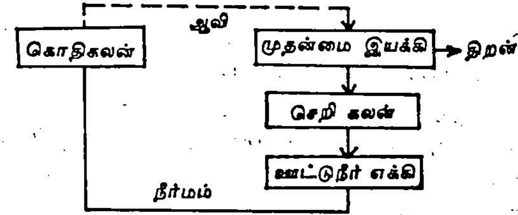
பாலை நிலத் தாவரங்கள் ஈரமின்றிப் பலகாலம் வாழுகின்றன. ஈரம் கிடைத்தால் ஈரப்பகுதி, தாவரங்களுக்குச் சமமான வேகத்தில் நீராவிப் போக்கை நிகழ்த்துகின்றன. காண்க, தாவர வாழ்க்கை வடிவங்கள் (life forms of plants).

உலோ. செ.

ஆவி சுழற்சி

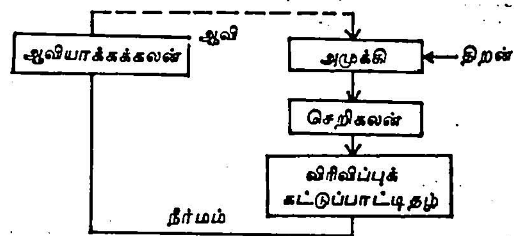
வெப்பப் பொறியில் பயன்படும் வெப்ப இயங்கியல் (thermodynamic) சுழற்சி, ஆவி சுழற்சி (vapour cycle) எனப்படுகிறது. இச்சுழற்சியில் பணிபுரியும் பொருள் ஆவி நிலையைக் (vapour phase) கடந்து செல்லும். ஆவி என்பது நீர்மமாகும் புள்ளிக்கு அருகில் உள்ள பொருளின் நிலை. அது ஈரமாகவோ, உலர்ந்தோ சற்று உயர்நிலைச் சூட்டுடனோ இருக்கலாம். ஆவியினுடைய விதிகள் கோட்பாட்டியலான விளக்கங்களினின்றும் பெரிதும் மாறுபட்டனவாகும். எனவே ஆவியின் நடத்தையைக் கண்டறிய ஆய்வகத்தில் செய்த செய்முறைகளிலிருந்து உருவாக்கிய ஆவிகளின் வரைபடங்களும் பட்டியல்களும் தேவைப்படுகின்றன.

மின்நிலையங்களும், குளிர்பதனாக்க நிலையங்களும். ஒரு நீராவி மின்நிலையம் (steam power station) ஆவி சுழற்சியைப் பயன்படுத்தி வேலை செய்கிறது. கொதிகலன் உயர் வெப்பநிலை நீராவியை உண்டாக்குகிறது. இந்த நீராவி தலைமை இயக்கியில் (prime mover) விரிந்து அதை இயக்குகிறது. தலைமை இயக்கியிலிருந்து வெளியேறும் நீராவி, ஆவி செறிகலனுக்குள் குறைந்த அழுத்தத்தில் நீர்மநிலையை அடைகிறது. இந்த நீர் ஓர் எக்கியால் (pump) கொதிகலனுக்குள் மீண்டும் ஏற்றப்படுகிறது (படம் 1).

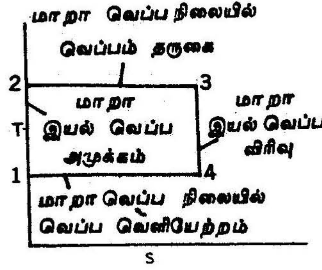


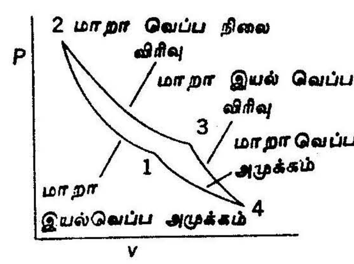
படம் 1. நீராவி மின்நிலையச் செயல்முறை வரிசைப்படம்

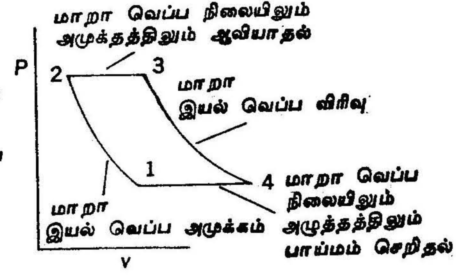
ஆவி அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்தும் குளிர்பதனாக்க நிலையங்களில் மேற்கூறிய செயல்முறை தலைகீழாக நிகழ்கிறது. தாழ் வெப்பநிலையிலும் அழுத்தத்திலும் ஆவியாகும் குளிர்பதனாக்கப் பொருள் (refregerant) உயர் அழுத்தத்தில் அமுக்கப்பட்டு உயர் வெப்பநிலையில் நீர்மம் ஆக்கப்படுகிறது. இந்த நீர்மக் குளிர்பதனாக்கப் பொருள் ஒரு விரியும் கட்டுப்பாட்டிதழின் (valve) வழியாக ஆவியாக்கச் சுருளுக்குச் செல்லும் (படம் 2).



படம் 2. ஆவிமுறை அழுக்கத்தைப் பயன்படுத்தும் குளிர்பதனாக்க நிலையத்தின் செயல்முறை வரிசை விளக்கப்படம்.







அ ஆ இ

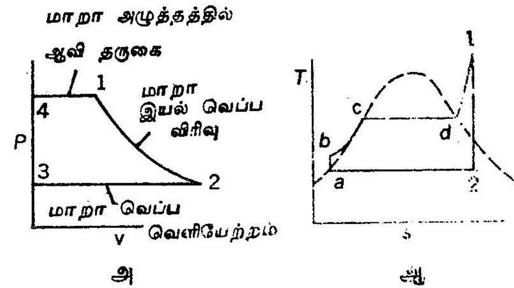
படம் 3. கார்னோ சுழற்சி

அ) வெப்பநிலை—இயல் வெப்பம், ஆ) வளிம அழுத்தம்—பருமன் இ) ஆவி அழுத்தம்—பருமன்

கார்னோ சுழற்சி. இது செறிகலனின் இரு வெப்ப நிலைகளுக்கு இடையே உள்ள வெப்பப் பரிமாற்றத் திறமையின் வரம்பைத் தருகிறது (படம் 3). இந்தத் திறமை பணிபுரியும் பாய்மத்தின் இயல்புகளைப் பொறுத்து அமையாது. வெப்பத்திறமை பணிபுரியும் பாய்மத்தைப் பொறுத்து அமையாவிட்டாலும் சராசரித் தொகுஅழுத்தம் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் பாய்மத்தின் இயல்புகளைப் பொறுத்து அமையும் (படம் 3 ஆ,இ). நீராவித்திறன் நிலையத்தில் செயல் திறமையை உயர்த்த கார்னோ சுழற்சியை முழுமை யாகப் பயன்படுத்துவதில்லை. ஏனென்றால் இந்நிலை மையில் சுழற்சி மிகைச்சூடாக்கியைப் பயன்படுத்து வதால் ஆவி மாறா இயல்வெப்ப அழுத்தத் திற்கு ஆட்படுகின்றது. ஆனால் கார்னோ சுழற்சி இவ்வகை நிலையங்களின் உயர்வரம்புத் திறமையைக் கோடிட்டுக் காட்ட உதவுகிறது. நடைமுறையில் ஆவிச் சுழற்சியை நன்கு அமைக்கும்போது திறமை யின் இந்த வரம்பை எட்டலாம். எனவே கார்னோ சுழற்சியானது (carnot cycle) வெப்பப்பொறி (heat engine), வெப்ப எக்கி (heat pump) ஆகிய வற்றில் பயன்படும் ஆவிச் சுழற்சியின் செயல்திற மையை ஒப்பிட்டுச் சீர்தூக்கிப் பார்க்க உதவுகிறது. (படம் 3 ஆ,இ)

ரேங்கைன் சுழற்சி. ரேங்கைன் சுழற்சி கார்னோ சுழற்சியைவிட நடைமுறைக்கு மேலும் நெருங்கியது ஆகும். எனவே மின் திறன் நிலையங்கள் ஆவிமுறை அமுக்கக் குளிர்பதனாக்க நிலையங்களின் கருத்திய லான செயல்திறமையை மதிப்பிட ரேங்கைன் சுழற்சி பெரிதும் பயன்படுகிறது (படம் 4).

ஆவியைப் பயன்படுத்தும் நீராவித் திறன் நிலையம். நீராவித்திறன் நிலையங்களில் பயன்படும் ரேங்கைன் சுழற்சியில் (படம் 4) இரண்டு மாறா அழுத்தக் கட் டங்கள் 1-2 என்ற தலைகீழ் வெப்பம்ஊராக்கட்டத்



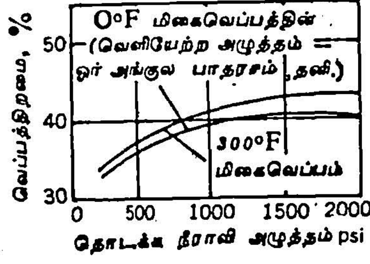
அ ஆ

படம் 4. ரேங்கைன் சுழற்சி

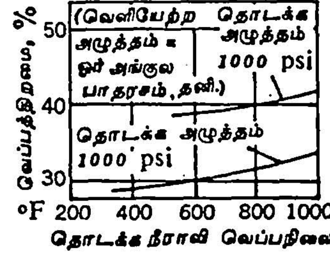
தால் இணைக்கப்படுகின்றன. பாய்மத்தின் இயல் புகள் தெரிந்திருந்தால் முதன்மை இயக்கியின் ΔW_{pm} ஐ, கீழுள்ள சமன்பாடு (1)இலிருந்து எளிதாகக் கண் டறியலாம். ΔW என்பது தொகு வெப்ப ஆற்றலா கும், இது ஒற்றைப் பவுண்டுக்கான பி.வெ. அலகு களில் (பி.வெ. அலகு / பவுண்டு) குறிப்பிடப் படுகிறது.

$$\Delta W_{pm} = h_1 - h_2 \qquad (1)$$

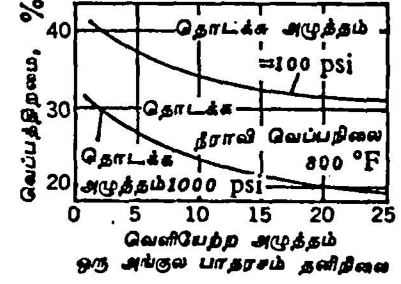
ஊட்டு நீர் எக்கி இப்பணியில் ஒரு பகுதியான ΔW_{fp} ஐப் பயன்படுத்துகிறது. இது செறிகலனி லிருந்து கொதிகலனுக்குத் தண்ணீரைக் கொண்டு செல்ல உதவுகிறது. எனவே இந்தச் சுழற்சியின் நிகர் பணி வெளியீடு $\Delta W_{pm} - \Delta W_{fp}$ ஆகும். இந்த நிகர வெளியீட்டை, நீராவி உண்டாக்கத் தேவை யான வெப்பத்துடன் ஒப்பிடலாம். (படம் 4 ஆ). படத்தின் bcd-1 க்குக் கீழ்அமைந்த பரப்பு கொதி கலனுக்குள் தருகின்ற வெப்பத்தைக் காட்டுகிறது. 1-2 என்ற கட்டம் முதன்மை இயக்கியின் மாறா இயல் வெப்ப (isentropic) விரிவாகும். 2-a கோட் டின் கீழ் அமைந்த பரப்பு, செறிகலனுக்குள் வெளி



அ



ஆ



இ

படம் 5. கருத்தியலான ரேங்கைன் நீராவிச் சுழற்சியின் வெப்பத்திறமை

அ. நீராவி அழுத்தம் ஆ. நீராவி வெப்பநிலை இ. வெற்றிடம்

யேற்றப்பட்ட வெப்பத்தைக் குறிக்கும். a—b என்ற கட்டம் மாறா இயல் வெப்ப அழுத்தத்தைக் காட்டுகிறது. எனவே வெப்பத்திறமை (thermal efficience) கீழுள்ள சமன்பாடு 2ஆல் தரப்படுகிறது.

$$\frac{\text{செய்த பணி}}{\text{தந்த வெப்பம்}} = \frac{\Delta W_{pm} - \Delta W_{fp}}{h_1 - h_a - \Delta W_{fp}} \qquad (2)$$

ரேங்கைன் சுழற்சியை மாற்றவல்ல பல்வேறு மாறிகள் உள்ளன. நீராவியைப் பொறுத்தவரையில் வெப்பத்திறமை அழுத்தத்தையும், வெப்ப நிலையையும் வெற்றிட நிலையையும் பொறுத்து அமையும் (படம் 5). உயர் அழுத்தம், உயர் மிகை வெப்பம் (super heat), உயர் வெற்றிடம் ஆகியவை திறமையை உயர்த்தும். காண்க. ரேங்கைன் சுழற்சி.

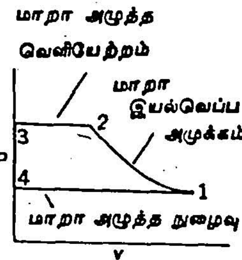
ஆவி குளிர்பதன நிலையம். குளிர்பதன அமைப்பின் ஆவி அமுக்கச் செயல்திறமையை மதிப்பிட ரேங்கைன் சுழற்சி உதவுகிறது (படம் 2). T-s ஐ சுழற்சி விளக்கப் படங்கள் (படம் 6), p-p விளக்கப் படங்கள் ஆகியவற்றில் இடஞ்சுழிப்பாதையைப் பின் பற்றி இந்தச் செயல்திறமை கணிக்கப்படுகிறது. தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் குளிர்பதனப் பொருள் அமுக்கிக்குள் நுழைகிறது. அப்போது இதன் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். ஏற்படும் அமுக்கம் 1-2 பாதையைப் பின்பற்றும் மாறா இயல்புவெப்ப அமுக்கமாகும். 2-3 உயர் அழுத்த வெளியேற்றக் கட்டமாகும். அமுக்கியை ஓட்டத் தேவைப்படும் பணி h_2-h_1 ஆகும். எந்திரக் குளிர்ப்புக்கெழு, கீழுள்ள சமன்பாடு 4 ஆல் தரப்படுகிறது. இந்தக்கெழு வெப்பத் திறமையின் தலைகீழ் மதிப்பே ஆகும்.

$$C_p = \frac{\text{குளிர்பதனம்}}{\text{செய்தபணி}} = \frac{h_1 - h_d}{h_2 - h_1} \qquad (3)$$

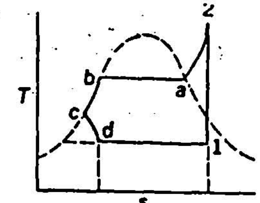
$$C_p = \frac{\text{வெளியேற்றப்பட்ட வெப்பம்}}{\text{செய்தபணி}}$$

$$= \frac{h_2 - h_e}{h_2 - h_1} \qquad (4)$$

h_1-h_d என்ற வெப்பம் குளிர்பதனச் சுருள்களில் நீக்கப்படுகிறது. இது T-s விளக்கப்படத்தில் d-1 என்ற கட்டத்தில் கீழுள்ள பரப்பால் தரப்படுகிறது. h_c-h_e என்ற வெப்பம் செறிசுருளுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. 2-abc என்ற கட்டத்தின் கீழ் உள்ள பரப்பு இந்த வெப்பத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. விரிவுக் கட்டுப்பாட்டிதழ் வழியின் பாய்வு நெருக்கப்படுவதால் தொகு வெப்பம் மாறாது. h_c-h_d க்குச் சமமாக அமையும். படம் 7இல் இக்கருத்தியலான செயல்



அ

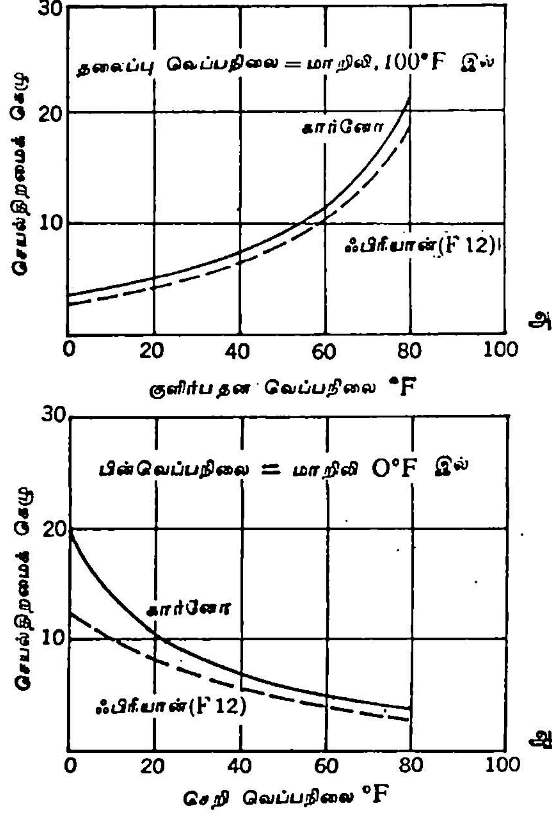


ஆ

படம் 6. வெப்ப எக்கி நிலையத்தின் ரேங்கைன் சுழற்சி.

திறமை மதிப்பீடுகள் ஆவி அமுக்கக் குளிர்பதன அமைப்பிற்குத் தரப்பட்டுள்ளன. காண்க, வெப்ப ாக்கி.

பின் வரும் பகுதி மின் திறன் ஆக்கத்தில் பயன் படும் ஆவி சுழற்சி பற்றியதாகும்.



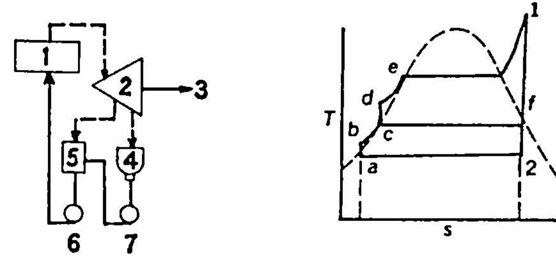
படம் 7. கருத்தியலான ரேங்கைன், கார்னோ சுழற்சிகளின் செயல்திறமைக்கெழு

அ. அமுக்கியின் அழுத்தப் பருமன் விளக்கப்படம், ஆ. அமுக்கக்குளிர்பதன நிலையத்தின் வெப்பநிலை இயல்வெப்ப-விளக்கப்படம்.

மீள் ஆக்க வெப்பச்சுழற்சி. மீள் ஆக்க வெப்பச் சுழற்சி (regenerative cycle) என்பது ரேங்கைன் சுழற்சியின் மற்றொரு வடிவமே. இதில் ஊட்டு நீர், சுழலியிலிருந்து வெளியேற்றிய நீராவியால் வெப்பப் படுத்தப் படுகிறது (படம 8). இதனால் கொதிகலன் நீரை, நீராவியாக்கத் தேவைப்படும் வெப்பஅளவு மிகக் குறைவாக இருந்தாலே போதும்.

ஒற்றைக் கட்ட மீளாக்கச் சூடேற்றத்தின் சூழற் சியை இரண்டு ரேங்கைன் சுழற்சிகளின் மேற்படி வாகக் கருதலாம் (படம் 8ஆ). ஒரு சுழற்சியில் வெளியேற்ற அழுத்தமும், வெப்ப நிலையும் மற்றொன்றில் உள்ளதைவிட உயர் மட்டத்தில் அமையும். c-f கீழ் அமையும் செறிதல் வெப்பம் ஊட்டு நீரின் வெப்பநிலையை T_p இலிருந்து T_c வரை உயர்த்தப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. P-c கீழுள்ள பரப்பு c-f கிழுள்ள பரப்பை விடச்சற்றே சிறியதாகும். எனவே ஒரு பவுண்டு நீரின் வெப்பநிலையைக் கொதி வெப்ப நிலையிலிருந்து T_c வெப்பநிலை வரை உயர்த்த ஒரு பவுண்டு நீராவியில் ஒரு சிறு பகுதி அளவுக்குச் சற்றே கூடுதலாகப் பெறப்படும்.

இந்த மீளாக்கக் கோட்பாட்டைப் பலகட்டச் சூடேற்றத்திற்கு இறுதி வெப்பநிலையை மாற்றி மாற்றிப் பயன்படுத்தலாம். எல்லாவற்றிற்கும் இறுதி யான வெப்பநிலை கொதிகலனின் தெவிட்டல் நிலை வெப்பநிலையான T_c ஆகும். இந்தக் கட்டங்களை வரம்பற்று உயர்த்திக்கொண்டே போகலாம். இவ் விவரம் படம் 9 இல் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள் ளது. வெப்பத் திறமையில் ஏற்பட்டுள்ள ஈட்டம் (gain in thermal efficiency) உறிஞ்சகத்திற்குச் செலுத்தப்பட்ட வெப்ப அளவில் உருவாக்கப்பட்ட சிக்கனமேயாகும். இது படம் 8 இல் காட்டப்பட் டுள்ளது. பலகட்ட வெப்பத்திறமை தனி ரேங்கைன் சுழற்சியை விடக் கூடுதலாக அமையும் (படம் 4). இதனால் ஒட்டுமொத்த வெப்ப இயங்கியல் திறமை கூடுகிறது. இது முதன்மைஇயக்கியால் சுழலியிலிருந்து செறிகலனுக்கு அனுப்பப்படும். நீராவியின் எடை யும் தனி ரேங்கையின் சுழற்சியை விடக்குறையும். இந்த வெப்பத்தில் ஏற்படும் குறைவே ஒட்டுமொத்த வெப்பத் திறமையை உயர்த்துகிறது. தற்கால நீரா விச் சுழலிகளில் 10 கட்டங்கள் வரை மீளாக்கச் சூடேற்றத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

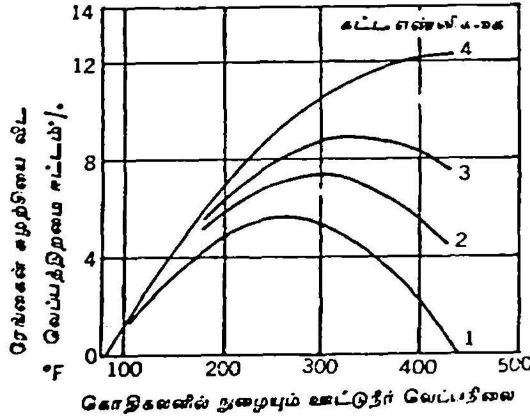


படம் 8. மீளாக்கச் சுழற்சி

அ. ஒற்றைக்கட்ட ஊட்டுநீர்ச் சூடேற்றம், ஆ. வெப்பநிலை இயல்வெப்ப விளக்கப் படம்.

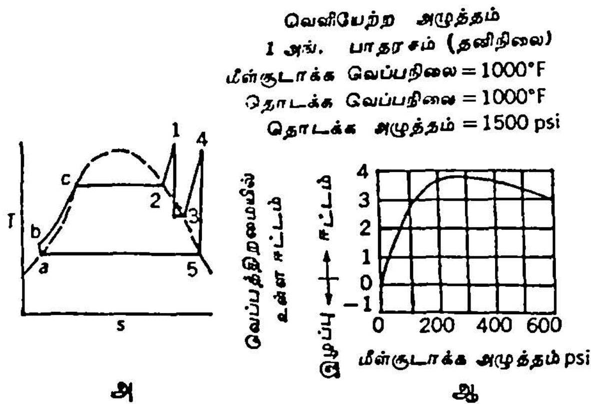
1. கொதிகலன் 2. முதன்மை இயக்கி 3. மின்திறன் வெளியேற்றம் 4. செறிகலன் 5. ஊட்டுநீர் சூடாக்கி 6,7. எக்கிகள்

மீள் சூடாக்கச் சுழற்சி. தற்காலத் திறன் நிலையங் களில் ஆவி சுழற்சியின் திறமையை அதிகமாக்க மீள் சூடாக்கச் சுழற்சிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மாறா இயல்வெப்பநிலை விரியும்நிலையில் விரியும் நீராவி (படம் 4ஆ) ஈரமுள்ள எந்திரப்பகுதிகளை அரிக்கிறது; இயங்கு அமைப்புகளின் திறமைகளைக் குறைக்கிறது. மிகைச் சூடாக்கம் (super heating) இத்



படம் 9. ரேங்கைன் சுழற்சிக்குப் பதில் மீளாக்கச் சுழற்சி யைப் பயன்படுத்தும் போது வெப்பத்திறமையில் ஏற்படும் ஈட்டம்

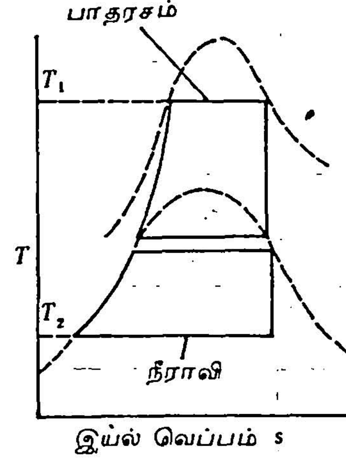
தகைய நல்வுகளைத் திருத்துகிறது. என்றாலும் நீரா வியை உயர்த்தும் வெப்பநிலைக்கு உலோகவியலாக ஒரு வரம்பு உண்டு. மீள் சூடாக்கிய நீராவி பகுதி விரிவுற்று (படம் 10அ) நடைமுறையில் ஒரு திருத் தத்தை உருவாக்குகிறது. இந்த மீள் சூடாக்கத்தைப் பல்வேறு அழுத்தங்களிலும் வெப்ப நிலைகளிலும் கட்டங்களிலும் நிகழ்த்தலாம். இதனால் ரேங்கைன் சுழற்சியில் உள்ள வெப்பத் திறமை (படம் 10ஆ) கிடைக்கிறது. நடைமுறையில் தற்காலத்தில் முதன்மை



படம் 10. மீள்சூடாக்கச் சுழற்சி

அ. வெப்பநிலை இயல்வெப்ப விளக்கப்படம் ஆ. வெப்பத் திறமையில் உள்ள ஈட்டம் இது மீள்சூடாக்கு அழுத்தம், முதன்மை அழுத்தம், முதன்மை வெப்பநிலை, மீள்சூடாக்க வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் சார்பாகக் கட்டுப்பட்டு உள்ளது.

நீராவி வெப்பநிலைக்கு அருகில் உள்ள வெப்ப நிலைமைகளில் ஒற்றைக் கட்ட முறையில் நீராவி மீள் சூடாக்கப்படுகிறது. மிகை உய்ய அழுத்த நிலை யங்களில் இருகட்ட மீள்சூடாக்கம் தேவைப்படுகிறது.



படம் 11. இரட்டை ஆவிச்சுழற்சி இதில் பாதரசமும் நீரும் பயன்படுகின்றன. வெப்பஇயங்கியல் விளக்கப்படம்.

இரட்டை ஆவி சுழற்சி. ரேங்கைன், மீள் சூடாக் கம், கார்னோ ஆகிய சுழற்சிகளை ஒப்பிடும்போது முதல் இரண்டில் கணிசமான வெப்ப இயக்க இழுப் புகள் ஏற்படுவதைக் காண்கிறோம். இரட்டை ஆவி சுழற்சி முறை (binary vapour cycle) இரு பாய்மங் கள் இருவேறு ஆவி அழுத்தங்களைப் பெற்றுள்ள தைப் பயன்படுத்துகின்றன. இதற்குப் பாதரசமும் நீரும் பயன்படுகின்றன. (படம் 11). பாதரசத்தைப் பயன்படுத்தும் ரேங்கையின் சுழற்சியை நீராவிச் சுழற்சியின் மீது படியச் செய்தால் பாதரசச் செறி கலன்களை நீராவிக் கொதிகலனாகப் பயன்படுத்தி ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு வெப்பத்தைப்பரி மாற்றலாம். இவற்றில் உள்ள உள்ளுறை வெப்பங் களும் (latent heats) தன்வெப்பங்களும் (specific heats) வேறுபடுவதால் ஒரு பவுண்டு நீராவிக்குப் பல பவுண்டு பாதரசத்தைச் சுழல விடவேண்டும். இந்த இரண்டும் கலந்த சுழற்சி செல்வக வடிவை நெருங் குகிறது. அதனால் போதுமான அளவு ஈட்டம் (gain) வெப்பத் திறமையில் ஏற்படுகிறது. பல காலமாக இரட்டை ஆவிச் சுழற்சி, நடைமுறையில் கோட் பாட்டியலாகவும் மேம்பாடுடையதாகவும் கருதப் பட்டு வருகிறது. ஆனால் இதற்கான அமைப்புக ளைச் சிக்கனமாக வடிவமைக்க முடியாததால் இம்முறை வழக்கிலிருந்து கைவிடப்பட்டுவிட்டது.

அதற்குப் பதிலாக உயர்அழுத்த மீள்சூடாக்க நீராவிச் சுழற்சிகளே பெரிதும் நடைமுறையில் பயன்படுகின்றன. காண்க, வெப்ப இயங்கியல் சுழற்சி.

உலோ. செ.

நூலோதி

1. Baumeister T., (ed.), Standard Handbook for Mechanical Engineers, 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.
2. Faires, V. M., Thermodynamics, 4th ed., Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1962.
3. Hawkins, G. A., Thermodynamics, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1951.
4. Keenan, J. H., Thermodynamics, McGraw-Hill Book Company, New York, 1941.

ஆவி செறிகலன்

ஒரு வெப்பப் பரிமாற்ற அமைப்பே இது. ஒரு வெப்ப இயங்கியல் பாய்மத்தை அதன் ஆவி நிலையிலிருந்து நீர்நிலைக்கு இது மாற்றுகிறது. ஒரு தாழ் வெப்ப நிலைப் பாய்மத்தைப் பயன்படுத்தி உயர் வெப்ப நிலையில் உள்ள ஆவியின் உள்ளுறை வெப்பத்தை (latent heat) இழுப்பதன் மூலம் வெப்பத்தை பரிமாற்றுகிறது. நீர்மம் ஆக்கப்படும் ஆவி ஈரமாகவோ மிகைத் தெவிட்டல் (super saturated) நீராவியாகவோ இருக்கலாம். நீரே வெப்பத்தைப் பெறும் பாய்மமாக அமைகிறது. காற்று, நீர்மம் அல்லது வளிமம் ஆகவும் அது அமையலாம். வெப்பம் பெறும் பாய்மத்தைச் சூடாக்க ஆவியினுடைய வெப்பம் பயன்பட்டால் அத்தகைய அமைப்பு, சூடாக்கக் கலன் எனப்படுமே யன்றிப் பொதுவாகச் செறிகலன் என அதை வகைப் படுத்துவது இல்லை.

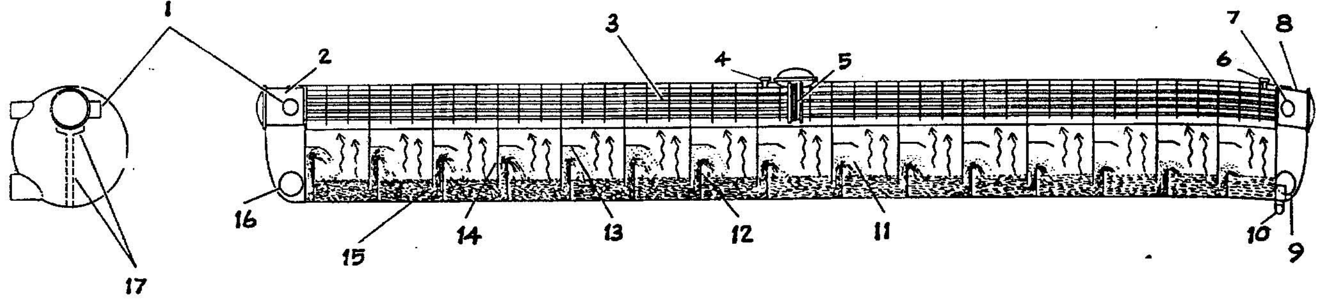
பயன்பாட்டு வகைப்பாடு. செறிகலன்களை அவற்றின் பயன்பாட்டைப் பொறுத்து இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகை ஏதாவது ஒரு தொழிலகச் செயல்முறையின் உறுப்பாகப் பயன்படுகிறது. இரண்டாம் வகை வெப்பப்பொறி அல்லது சுழல் பொறிகளில் பணிபுரியும் பாய்மத்தைக் குளிரச்செய்யப் பயன்படுகிறது. முதல் வகையைத் தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்கள் (process condensers) என்றும் இரண்டாம் வகையைத் திறன் சுழற்சிச் செறிகலன்கள் (power cycle condensers) என்றும் குறிக்கலாம்.

தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்கள். இதில் குளிர்த்தப்படும் ஆவி நீரின் ஆவியாகவோ நீர்ம ஆவியாகவோ இருக்கலாம். மின்திறன் நிலையச் சுழற்சியில் (power plant cycle) பயன்படும் வகையைத் தவிர்த்த பிற எல்லாச் செறிகலன்களும் தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்கள் (process condensers) எனப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்பில் கலவை ஆவியில் இருந்து மாசு அற்ற நீர்மம் பிரித்து எடுக்கப்படலாம். வளிமமும் ஆவியும் கலந்த கலவையில் இருந்து அவற்றில் உள்ள குளிர்த்தப்பட முடியாத பொருள்கள் (non-condensables) பிரித்து எடுக்கப்பட்டாலும், மேலும், வெப்ப எக்கி, குளிர் பதனாக்கி ஆகியவற்றின் தாழ் வெப்பநிலைச் சுழற்சிகளில் வெப்பத்தைப் பிரித்து எடுக்கப்பயன்படும் செறிகலன்கள் இவ்வகையையே சார்ந்தவையாகும். இந்த வகைச் செறிகலன்கள் ஹைட்ரோக் கார்பன் நீர்மங்களை உற்பத்தி செய்யப் பயன்படும் காய்ச்சிவடித்தல் கலங்களிலும் (coloums), பின்னக் காய்ச்சிவடித்தல் கலங்களிலும் பயன்படுகின்றன. இவ்வளிமங்கள் நீர்மங்களை நீர்மமாக்கும் செயல்முறைகளிலும் பயன்படுகின்றன. காய்ச்சிவடித்தலால் தூய நீர்மம் உற்பத்தி செய்யவும் இவை பயன்படுகின்றன. கடல் நீரைத் தூய்மையாக்குவதிலும் இவை பயன்படுகின்றன. கடல் நீரில் உள்ள உப்புச் செறிகுழம்பைப் படிப்படியாகக் குளிர்த்தித் திரட்டிக் கடல்நீர் தூய்மை ஆக்கப்படுகிறது. படம் 1 கடல் நீரிலிருந்து குடி நீர் உற்பத்திசெய்யும் பல கட்டத் தெறிப்பு முறை ஆவியாக்கக் கலனைக் காட்டுகிறது.

திறன் சுழற்சிச் செறிகலன்கள். திறன் நிலையங்களில் வெப்ப உறிஞ்சகமாக இது பயன்படுகிறது. இது சுழல்பொறிகளின் மேல் செயல்படும் பின்னுதைப்பு அழுத்தத்தைக் (back pressure) குறைக்கிறது. தொகு வெப்பப் பயன்பாட்டைக் கூட்டுகிறது. திறன் உருவாக்கச் சுழற்சியில் பொதுவாக நீர் அல்லாத நீராவி பயன்படுகிறது. சிற்சில நேரங்களில் வேறு வகை வெப்ப இயங்கியல் பாய்மங்களும் பயன்படுவது உண்டு. இதில் இருந்து கிடைக்கும் நீர், கொதிகலனுக்குத் தேவையான ஊட்ட நீராகப் பயன்படுத்தல் இதனுடைய மிக முக்கியமான பயன்பாடாகும். காண்க, ஊட்டு நீர்; வெப்ப இயங்கியல் சுழற்சி.

இயக்க வகைப்பாடு. செறிகலன்கள் அவற்றின் இயக்கத்தைப் பொறுத்து, பரப்பு வகைச் செறிகலன்கள் (surface condensers) என்றும், தொடுகை வகைச் செறிகலன்கள் (contact condensers) என்றும் பிரிக்கப்படுகின்றன.

பரப்புவகைச் செறிகலன்கள். இதில் குளிர்கின்ற ஆவியும் குளிர்த்தும் பாய்மமும், தனித்தனியாக ஒரு சுவரால் அல்லது பல சுவர்களால் பிரிக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்தச் சுவரின் அல்லது சுவர்களின் மேற்பரப்பு வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்பாகப் பயன்படும். பெரும்பாலும் இந்தப்பரப்பு குழாய் வடிவில் அமையும். சிற்சில நேரங்களில் தகடுகள் ஆகவோ, பல் வேறு வடிவக் கலன்களாகவோ அமையலாம். செறிபொருள் (condensate), குளிர்த்தும் பாய்மம் (cooling fluid), செறியா வளிமம் (non-condensable gases) ஆகியவை இவற்றில் தனித்தனியாகப் பிரித்து



படம் 1. பல கட்டத் தெறிப்பு முறை ஆவியாக்கக் கலன்

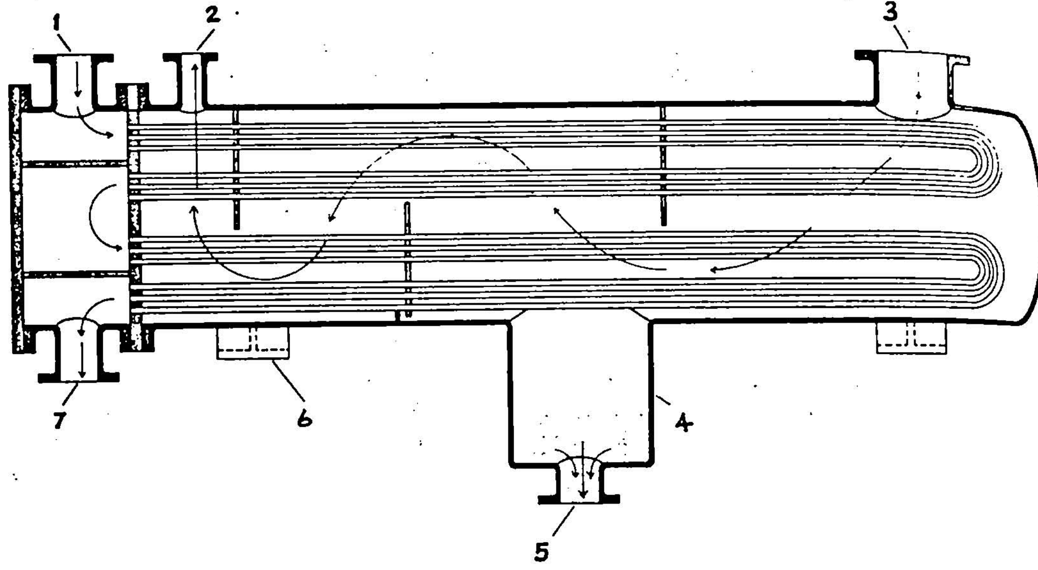
1. உப்புக் குழம்பைச் சூடாக்கும் கலனுக்குச் செல்லும் கடல் நீர் வெளியீட்டு இணைப்பு 2. வெளியீட்டுநீர்ப்பெட்டி 3. செறிக்கும்பரப்பு (குழாய்களால் ஆனது) 4. துளை 5. விரியும் மூடி 6. துளை 7. கடல் நீர் நுழைவழி இணைப்பு 8. நுழைவு நீர்ப்பெட்டி 9. உப்புக் கரைசல் வெளியீடு 10. காய்ச்சிவடித்த நீர் வெளியீடு 11. தெளிக்கும் அறை 12. கலிங்கு (weir) 13. எதிர்த்துத் திருப்பும் வலை 14. கட்டப்பிரிச்சுவர் 15. கட்டத்திடை உள்ள துளைவாய்கள் (Interstage orifices) 16. உப்புக் கரைசல் உள்ளீடு (உப்புக் கரைசல் சூடு ஆக்கக் கலனில் இருந்து வருவது) 17. வினைபொருள் திருப்பும் தொட்டி (கலன் நீளம் முழுமைக்கும் அமைந்து இருக்கும்),

வெளியேற்றப்படுகின்றன. சில வகைகளில் செறி பொருளும், செறியா வளிமங்களும் கலந்த கலவை ஒன்றாக வெளியேற்றப்படுவதும் உண்டு. காண்க, பரப்பு வகைச் செறிகலன்கள்; வெற்றிட எக்கி.

தொடுகை வகைச் செறிகலன்கள். இதில் ஆவியும் குளிர்த்தும் பாய்மமும், நேரிடையாக ஒன்றையொன்று சந்தித்தபடிச் செயல்படுகின்றன. செறிந்து ஆவியும், குளிர்த்தும் பாய்மமும் இணைந்தபடி வெளியேற்றப்படுகின்றன. செறியாத வளிமம் மட்டும் தனியாக வெளியேற்றப்படும். சில வகைகளில் மூன்றுமே ஒன்றாகப் பிரிக்கப்படாமல் வெளியேற்றப் படுவதும் உண்டு. காண்க, தொடுகை வகைச் செறிகலன்கள்.

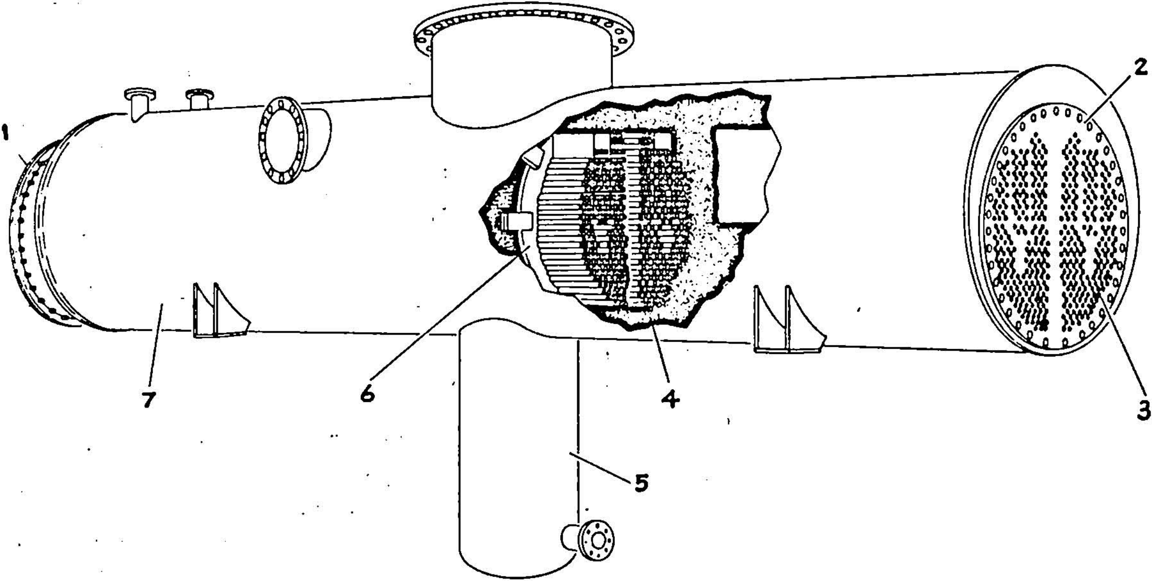
செறியாத வளிமங்களை நீக்கல். வளிமங்களையும், காற்றையும் உள்ளடக்கிய மாசுடைய ஆவிகளை எல்லா வகைச் செறிகலன்களும் குளிரச் செய்ய வேண்டியது அவற்றின் முக்கியமானதொரு தேவை யாகும். இதற்குக் காரணம், வளிமண்டலத்திற்கும் குறைந்த அழுத்தத்தில் செறிகலன்கள் செயல்படும் போது, அவற்றுக்குள் காற்று உள்நுழைந்து ஆவியை மாசு படுத்துவதேயாகும். பெரும்பாலானதொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்களில் உள்ள ஆவியில் காற்று கலந்திருக்காது. எனவே, ஆவி, காற்றுக் கலவாத ஆவிகளையே செறியச்செய்கின்றது. தொடர்ந்து ஆவி குளிர்ந்து செறிவதால் குளிர்ந்து செறியாத மாசு வளிமங்கள் இத்தகைய செறிகலன் களில் ஆவி கலவாதனவாகத் திரட்டப்பட்டு ஒன்று சேர்க்கப்படுகின்றன. இவை திரளத் திரள வெப்பப் பரிமாற்றம் குறையும். எனவே, அவற்றைத் திரளும் போதே உடனடியாக வெளியேற்றவேண்டும். தொடர்ச்சியாகப் பெரும்பாலான பரப்புவகை, தொடுகைவகைச் செறிகலன்களில் இத்தகைய வளிமங் களின் வெப்பப் பரிமாற்ற வட்டாரம் தனியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பெரும்பாலும் இந்த வட்டாரம் ஆவி வெளியேறும் முனையில் மிகவும் திறம்படப் பணிபுரியும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும், இவ்விரு பொது நீக்க முறையால் இவை வெளியேற் றப்படுகின்றன. இடப்பெயர்ச்சி வகை ஆவிபாய்வுப் பாதை, பெருமச் செறியும் வெப்பப் பரிமாற்ற விகிதத்தை உருவாக்கும். இதில் அடைப்பு விட்டி ருக்க முடியும். குறுக்க நுழைவுப் பகுதிகளோ அமையக் கூடா (படம் 2, 3). செறியும் ஆவியை விடச் செறியாத ஆவி அதிகமாக இருக்கும்போது ஆவிபாய்வுப் பாதைக்குத் தொடர் நிலையில் உள்ள படி வெளிப்புறத்தில் தனியான ஆவி செறிகலன்கள் செறியாத வளிமங்களைக் குளிரச் செய்யப் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. செறியாத வளிமங்களில் ஆவிப் பகுதியின் அளவு மிகக் குறைவாக இருக்கவேண்டிய நிலைமைகளிலும் இம்முறை பின்பற்றப்படுகிறது.

வளிமண்டலத்துக்கும் தாழ்வான அழுத்தத்தில் செறியாத ஆவிப் பொருள்களை நீக்கத் தனி வெற் றிட எக்கிகள் பயன்படுத்தப்படவேண்டும். வளி மண்டலத்துக்கும் கூடுதலான அழுத்தத்தில் செறி கலன்கள் பணிபுரியும்போது செறியாத ஆவிகள்



படம் 2. தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்

1. குளிர்த்தும் நீர்ம நுழைவழி 2. செறியா வளிம வெளியேற்றவாய் 3. ஆவி நுழைவழி 4. வெந்நீர்க் கிணறு 5. செறிபொருள் வெளியேற்றவாய் 6. தாங்கல்கள் (குதிரைகள்) 7. குளிர்த்தும் நீர்ம வெளியேற்றவாய்.



படம் 3. செறியா நீராவிப் பரப்புவகைச் செறிகலன்

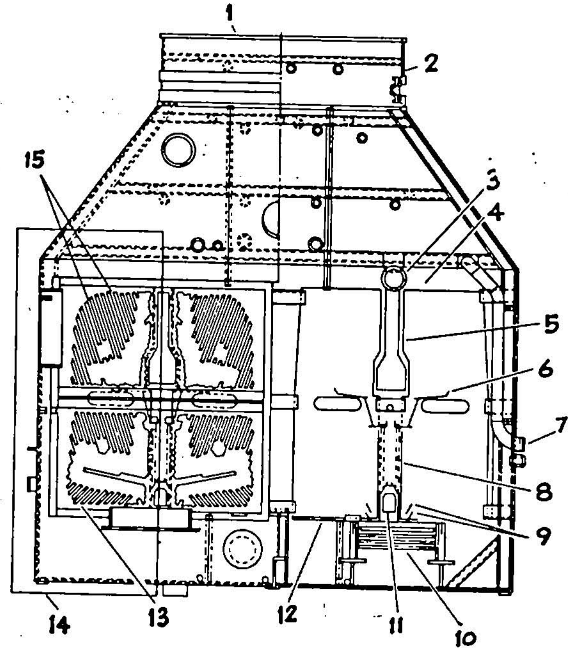
1. நீர்ப்பெட்டி 2. குழாய்த் தட்டு 3. குழாய்த் தொகுதி 4. குழாய்கள் 5. வெந்நீர்க்கிணறு 6. தாங்கு தட்டு 7. கூடு.

நேரடியாக வளி மண்டலத்துக்குள் செலுத்தப்பட்டு விடுகின்றன. இவற்றில் பின்செறிகலன்களும் பயன்படுத்தப்படுவது உண்டு. இந்தப் பின்செறிகலன்கள் சிறு அளவைக் குறைத்துச் செறியாத வளிமங்களை வெளியேற்றுகின்றன. இந்த ஆவிகுறைந்த வளிமங்கள் வளிமண்டலத்தில் வெளியேற்றப்படாமல் தொழிலகங்களில் நிகழும் சில குறிப்பிட்ட செயல்முறைகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுவதும் உண்டு.

வெப்பம் பெறும் பாய்மம். குளிரும் ஆவிகளிலிருந்து வெப்பத்தை உறிஞ்சப் பெரும்பாலும் நீரே பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெட்ரோலியத் தூய்மிப்பு வேதிப் பொருள் உற்பத்திச் செயல்முறைகளில் நீர்ம ஹைட்ரோக் கார்பன்களும் பிற வேதிச் சேர்மங்களும் நீர்ம நிலையில் செறிகலன்களில் வெப்பம் உறிஞ்சிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இயற்கை ஆவியாதலால் நீர்நிலையின் மேற்பரப்பில் உள்ள வெப்ப நிலை வளிமண்டல வெப்பநிலையை விடக் குறைவாக அமையும். 32°ஐ விடக் காற்றின் வெப்பநிலை கூடும்போது இந்நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. குளிரும் அமைப்புகளில் வெப்பம் பெறும் பொருளாக நீர் பயன்படுவதன் காரணம் அதன் உயர் தன்வெப்பமும் விரைந்த வெப்பப் பரிமாற்றச் சிறப்பியல்பும் எக்கிகளைக் கொண்டு அதைக் கையாளுவதில் உள்ள எளிமையுமே ஆகும். நீர், உலோகப் பரப்புகளை அரிக்கும் இயல்புடையது எனினும், இப்பண்பு அதன் பயன்பாட்டை அவ்வளவு தீங்குடையதாக ஆக்குவதில்லை. தண்ணீர், வெப்பம் பெறும் பொருளாக இருக்கும்போது மெல்லிய சுவருடைய விலைகுறைந்த அரிப்புத் தடுப்பியல்புடைய வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரும்பியல்புப் பொருள்களை எதிர்மின்முனைப் பாதுகாப்புடனோ அரிப்புத் தடுப்புப் பூச்சுகளுடனோ அதிகத் தடிப்பு உள்ள தகடுகளைப பயன்படுத்தியோ செறிகலன்களில் பயன்படுத்துவது தண்ணீரை மேம்பாடுடைய வெப்பம் பெறும் பொருளாக மாற்ற உதவுகிறது. காண்க, கரிப்பு (corrosion).

செறிகலன்களில் நடைமுறையில் காற்று வெப்பம் பெறும் பொருளாகப் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. என்றாலும், இதனுடைய தாழ்ந்த தன்வெப்பமும் குறைந்த அடர்த்தியும் தண்ணீரோடு ஒப்பிடும்போது குறைவான வெப்பப் பரிமாற்ற இயல்பு உடையதாக இருப்பதால் தண்ணீரைப் போன்று இது முழுமையான பாய்மமாகச் செயல்படுவதில்லை. என்றாலும் இதனுடைய எல்லையற்ற அளவும் உலோகங்களைக் கரிக்காத இயல்பும் இதனுடைய மேம்பாடுகளாகும். நீரைப் பயன்படுத்தினால் அது வெப்ப மாசுறலை நீர்நிலைகளில் உருவாக்குகிறது. எனவே, காற்றை வெப்பம் பெறும் பொருளாகப் பயன்படுத்துவது நல்லதெனக் கருதப்படுகிறது. நீர் கிடைக்காத இடங்களில் கூடுதலான வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்புடன் காற்றைப் பயன்படுத்துவது பெரிதும் நன்மை புரிகிறது. வெப்பப் பரிமாற்றுப் பரப்புகளைக் குளிர்த்த, காற்றும் நீரும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முதலில் வெப்பப் பரிமாற்றுப் பரப்பு தண்ணீரால் நனைக்கப்படுகிறது. பிறகு நனைந்த பரப்புகளின் மேல் காற்று ஊதிச் செலுத்தப்படுகிறது. வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்பின் மேல் உள்ள நீராவி காற்றால் வெளி யேற்றப்படுகின்றது. எனவே, செறிகலன்களின் வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்பு உயருகிறது.

செறிபொருள் குளிர்த்தல் தொழிலகச் செயல்முறை அமைப்புகளில் செறிபொருளை மீட்டாக்கல் முக்கியமானதொரு பணியாகும். எனவே, அதைச் செறிஆவியின் தெவிட்டல் வெப்பநிலையைவிடக் குறைந்த வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்த்த வேண்டியது மிக முக்கியமானதாகிறது. செறிபொருளைத் திரட்டிச் சேமிக்கும்போது அவற்றை அருவி போல் செறி



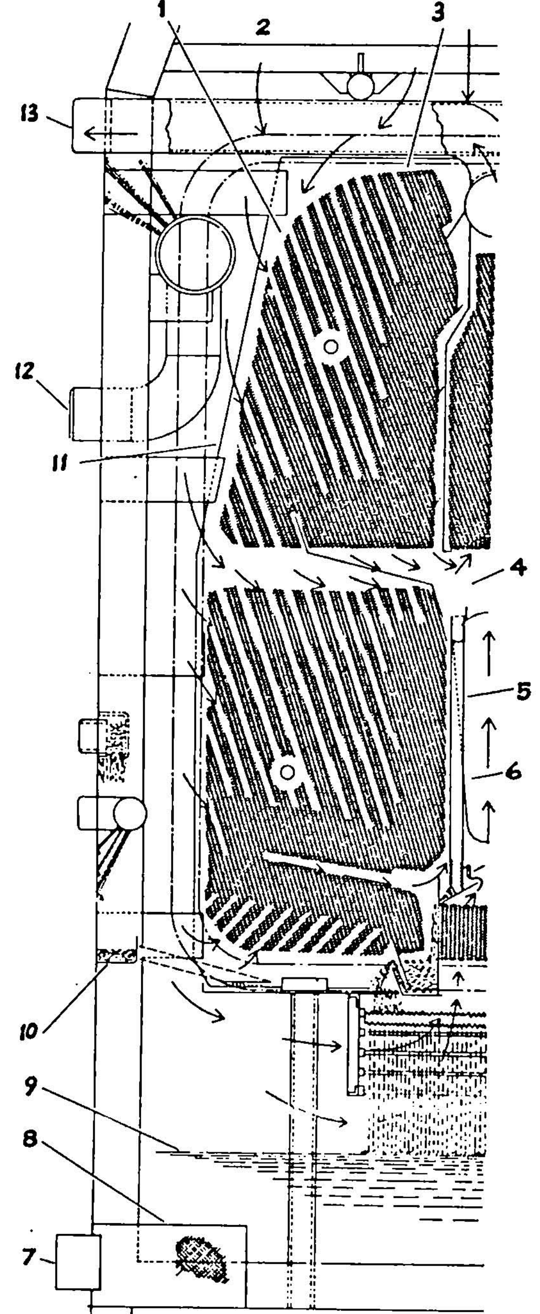
படம் 4. நீராவிப் பரப்புச் செறிகலன்

1. நீராவி நுழை வழி 2. விரியும்இணைப்பு 3. காற்றுத் திரளும் திறப்பு (header) 4. குழல் தாங்கும் தட்டு 5. காற்றுக் குளிர்கலன் பிரிவு 6. செறிபொருள் வடியும் குழல் தட்டு 7. காற்று வெளியேற்றம் 8. செறிபொருள் வடிகுழாய் 9. கசியும் குழல் தட்டு 10. காற்று நீக்கத் தட்டு அமைப்பு 11. துணைக் காற்று குளிர்கலன். 12. செறிபொருள் திரள் தட்டு 13. குழல் தகடு 14. (இப்பகுதி படம் 5இல் காட்டப்பட்டுள்ளது). 15. நீராவி நுழை வழி சந்து.

பொருள் குழாய்களின் மீது விழச் செய்யலாம். அப்போது அந்தக் குழாய்களில் உள்ள செறிபொருள் குளிர்கிறது. குழாய்களில் உள்ள செறிபொருளை மேலும் வேகமாகக் குளிரச் செய்ய வேண்டுமெனில் வெள்ளம்போன்ற விசையுடன் செறிபொருள் வீழுமாறு செறிபொருள் குழாய்களின் மேல் அதை ஊற்ற வேண்டும். இத்தகைய முறை பீச்சுக் குழல் தட்டுகள் மூலம் செய்யலாம். செறிபொருள் வடிகுழாய்களைக் கண்ணி (loop) போல் இணைத்தும் இச்செயல்முறையின் விளைவை ஏற்படுத்தலாம். கிடைநிலையில் அமைத்த தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்களில் பீச்சுக் குழல் தட்டுகள் பெரும் பயன் விளைவிப்பனவாய் அமைகின்றன. குத்து நிலையில் அமைந்த தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்களில் கண்ணிகள் அமைத்து இவ் விளைவை உருவாக்குவது பயனுடையதாய் அமைகிறது.

செறிபொருள் மீள் சூடாக்கம். தற்கால நீராவி வகைப் பரப்புச் செறிகலன்களில் செறிபொருளை மீண்டும் சூடாக்கும் அமைப்புகள் (condensate heating systems) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவை பெரிதும் நீராவித் திறன் நிலையங்களில் உள்ள சுழலிகளில் பயன்படுகின்றன (படம் 4). ஒரு குழலிலிருந்து அடுத்த குழலுக்கு விழும் செறிபொருள் தொடர்ச்சியாகக் குளிர்ந்து செறிகலன் இயங்கும் வெப்ப நிலையைவிடக் குறைந்த வெப்பநிலைக்குக் குளிரும். இதை மீண்டும் சூடாக்க முடியாவிட்டால் சுழற்சியில் இருந்து வெளியேற்ற வேண்டும். எனவே, திறன் சுழற்சியின் திறமை குறையும். மிகவும் குளிர்ந்த செறிபொருள் காற்றை உறிஞ்சிக் கொதிகலன் ஊட்டு நீராகப் பயன்படும்போது ஊட்ட அமைப்பிலும், கொதிகலனிலும் அரிப்பை ஏற்படுத்தும். எனவே, மீள் சூடாக்கிய செறிபொருளைத் திறன் சுழற்சியில் பயன்படுத்தவேண்டும்,

குளிர்ந்த செறிபொருளைச் செறிகலனில் உள்ள வெந்நீர்க் கிணற்றின் வழியாகப் பாயச் செய்து சூடாக்கலாம் (படம் 5). அப்போது செறிபொர்ருளின் விரைவு ஆற்றல் அழுத்த ஆற்றலாக மாறும். செறிபொருள் குளிர்கலனில் நுழையும் நீராவியின் ஒரு பகுதியால் மீண்டும் சூடாக்கப்படுகிறது. எனவே, அவ்விடத்தில் உள்ள நிலையாற்றல் அழுத்தமும் வெப்பநிலையும் செறிகலன் நீராவி நுழை வழியில் உள்ள நிலையாற்றல் அழுத்தத்துக்கும் வெப்பநிலைக்கும் சமமாகின்றன. குழல் தொகுதியில் இருந்து விழும் செறிபொருள் முதலில் வெந்நீர்க் கிணற்றால் சூடாக்கப்படுகிறது. இது வெந்நீர்க் கிணற்றருகே அது விழும் உயரத்தைப் பொறுத்தும் ஒற்றைப் பரப்பில நிகழும் பாய்வு விகித்த்தைப் பொறுத்தும் அமையும். குத்துநிலை உயரம் குறைவாக இருந்தால் தொகு மூடிய சூடாக்கமும் அத்துடன் நிகழ்த்தப்படும் காற்று நீக்கமும், திரள் குழல் தட்டின்மேல் விழச்செய்வதன் மூலமும் அதற்கடியில் அமைந்த



படம் 5. படம் 4 இல் உள்ள செறிகலனின் ஒரு பகுதியின் விவரங்கள்

1. மடிந்த குழல் தொகுதி 2. நீராவி நுழை வழியில் இருந்து 3. பக்கவாட்ட நீராவிச் சந்து (side stream lane) 4. காற்றுவெளியேற்றச் சந்து 5. வடிகுழாய் 6. தாங்கு தட்டு குறுக்குவெட்டு முகம் (இது நெடுக்கு வாட்டப் பாய்வைக் காட்டுகிறது) 7. செறிபொருள் ஏற்றும் உறிஞ்சல் 8. (strainer) 9. செறிபொருள் தேக்கம் 10. செறிபொருள் திரள் தொட்டி 11. குழல் தாங்கு தட்டு 12. வடிகால்கள் செறிபொருள் திரும்பச் செய்யும் அமைப்புகளும் நிரவும் இணைப்புகளும் 13. காற்று வெளியேற்று வழி.

தொட்டி அல்லது தட்டு வரிசைகளின் மேல் விழச் செய்வதால் செய்யப்படுகின்றன. இந்த உயர் அழுத்த வெப்பநிலைப்பகுதி செறிகலனின் குழல் தொகுதிக் குள் செல்லும் செறிபொருளிலிருந்து நீக்கப்படுகிற செறியாத பொருள்களுடன் அமையும்படி அமைக் கப்படுகின்றது. பிறகு இந்தச் செறியாத பொருள் கள் காற்றுக் குளிர்கலன்களால் குளிரச்செய்யப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன. சாதகமான நிலைமை களில் செறிபொருள் 5°F வெப்பநிலை வரை உயரும். இந்நிலையில் குறைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு 0.01 பரு செ.மீ அளவுக்கே அமையும்.

செறிகலனின் கொள்ளளவு. பொது வெப்பச் சம னிலைச்சமன் பாட்டைப் பயன்படுத்திக் குறிப்பிட்ட அளவு ஆவியைச் செறியச் செய்வதற்குத் தேவை யான குளிர்த்தும் நீர்மத்தின் அளவைக் கொண்டு அறியலாம். சமன்பாடு (1) மிகைச் சூடாக்கிய, தெவிட்டிய அல்லது ஈரமான செறி ஆவியை அதில் உள்ள மிகவும் குளிர்த்திய அல்லது மீண்டும் சூடாக் கிய செறிபொருளுடன் குளிர்த்துவதற்கான சமன் பாட்டைத் தருகிறது.

$$W_v (h_v - h_c) + W_n (h_{na} - h_{nb}) = W_f (h_{fb} - h_{fa}) \quad (1)$$

இங்கு W_v என்பது ஆவியின் அளவு; h_v என்பது நுழையும் ஆவியின் தொகு வெப்ப ஆற்றல் (enth-alpy); h_c என்பது வெளியேறும் செறிபொருளின் தொகுவெப்ப ஆற்றல்; W_n என்பது செறியாத வளி மங்களின் அளவு; h_{na} என்பது உள் நுழையும் செறி யாத பொருள்களின் தொகு வெப்ப ஆற்றல்; h_n என்பது வெளியேறும் செறியாத பொருள்களின் தொகு வெப்ப ஆற்றல்; W_f என்பது குளிர்த்தும் பாய்மத்தின் அளவு; h_{fa} என்பது நுழையும் குளிர்த்து பாய்மத்தின் தொகு வெப்ப ஆற்றல்; h_{fb} என்பது வெளியேறும் குளிர்த்தும் பாய்மத்தின் தொகுவெப்ப ஆற்றல்.

வெளியேறும் குளிர்த்தும் பாய்மத்தின் வெப்ப நிலை 5°F இலிருந்து 10° F வரையில் அமையும். இது தெவிட்டிய ஆவியின் செறிதல் வெப்ப நிலையை விடக் குறைந்ததாகும்.

தொடுகைச் செறிகலன்களில் வெப்பநிலை வேறு பாடு மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். பரப்பு வகைச் செறிகலன்களில் வெப்பநிலை வேறுபாடு கூடுதலாக இருக்கும். குறைந்த வெப்பநிலை வேறுபாடு வேண்டு மெனில் குளிர்த்தும் பரப்பின் அளவு எல்லையற்ற தாக அமையவேண்டும். இந்த வடிவமைப்புக்கான ஒரு மணியில் நிகழும் வெப்பப் பரிமாற்றத்தைச் சமன்பாடு (2) தருகிறது.

$$Q = UA\ \Delta t_m \quad (2)$$

இங்கு Q என்பது ஒரு மணியில் வெளியேறும் வெப்பம். இது பிரிட்டன் வெப்ப அலகுகளில் அளக் கப்படுகிறது; U என்பது ஒட்டுமொத்த வெப்பப் பரி மாற்றக் கெழு; A என்பது வெப்பப் பரிமாற்ற மேற் பரப்பின் பரப்பு; இந்தப் பரப்பு சதுர அடிகளில் அளக்கப்படும். Δt_m என்பது மடக்கை (log) சராசரி வெப்பநிலை வேறுபாடு; இது °F அலகில் அளக்கப் படும்.

Q இன் அலகு ஒரு ஒற்றை வெப்பநிலை வேறு பாட்டில் ஒரு சதுரப் பரப்பில் ஒரு மணியில் வெளி யேறும் பிரிட்டானிய வெப்ப அலகாகும். இங்கு வரும் U,A இரண்டும் பரப்பு வகைச் செறிகலன்க ளுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். நேர்த் தொடுகைச் செறிகலன்களுக்கு ஒற்றைப் பருமனில் நிகழும் வெப் பப் பரிமாற்றம் கருதப்படுகிறது. சமன்பாடு (3) இம் முறையில் நிகழும் வெப்பப் பரிமாற்றத்தைத் தரு கிறது.

$$Q = K\,V\ \Delta t_m \quad (3)$$

இங்கு K என்பது வெப்பப் பரிமாற்றத்தின் பரு மன் கெழு (volumetric coefficient); இது ஒற்றை டிகிரி வெப்பநிலை வேறுபாட்டில் வெப்பப் பரும னில் ஒரு மணியில் நிகழும் பிரிட்டன் வெப்ப அல கால் அளக்கப்படுகின்றது; V என்பது நேரடித் தொடுகைக்கு ஆட்படும் இடவெளி. இது பருமன் அடிகளில் அளக்கப்படுகிறது. பிற குறியீடுகள் மேல் வரையறுத்தனவே.

K என்பது, செறியும் ஆவியின் புற நிலைப் பண்புகளையும், வெப்பம் பெறும் நீர்மத்தின் புற நிலைப் பண்புகளையும் பொறுத்தது. இது நேரடித் தொடுகை நிகழும் முறையையும் பொறுத்தது. அதா வது, தெளிப்பு முறையில் நேரடித் தொடுகை நிகழ்ந் ததா அல்லது தொட்டியில் கலத்தல்முறையால் நேரடித் தொடுகை நிகழ்ந்ததா அல்லது ஒரு கலனில் ஒருங்கிணைதல் மூலம் நேரடித் தொடுகை நடந்ததா என்பதைப் பொறுத்தது. இது செறிகலனின் இயக்க வெப்ப நிலையையும் பொறுத்தது. இது நேரடிச் செயல்முறைமூலம் ஒவ்வொரு தொடுகை வகைச் செறிகலனுக்கும் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

சமன்பாடு (4) சமன்பாடு (2) இல் பயன்படும் U என்ற குறியீட்டைக் கண்டறிய உதவுகிறது.

$$U = 1/(r_v + r_1 + r_f + r_w) \quad (4)$$

இங்கு $1/r$ என்பது வரம்புக் கடத்தம் (conduc-tance); r_v என்பது நீராவியின் வரம்புத் தடை; r_1 என்பது குளிர்த்தும் பாய்ம வரம்புத் தடை; r_f என் பது காரைத் தடை; r_w என்பது பரப்பின் கவர்த் தடை. தூய வளிமங்களின் செறிதல் வரம்புக் கடத் தத்தைப் (limiting conductance) பகுப்பாய்வு முறை யில் கணிக்கலாம். நன்கு வடிவமைக்கப்பட்ட செறி கலன்களின்புறப்பரப்பியல் செயல்படும் நீராவிக்கான $1/r_v$ மதிப்பு 2000 முதல் 2500 ஆக அமைகிறது. குழாய்க்குள் பாயும் குளிர்த்தும் பாய்மத்தின் $1/r_1$

வரம்புக் கடத்தத்தை நஸ்ஸெல்ட் எண்ணுக்கும் (Nusselt number) ரேனால்டு, பிராண்ட்ல் எண்களுக்கும் (Renald, Prandtl number) இடையில் உள்ள சார்புறவைக் கொண்டு கண்டறியலாம். இதற்கான ஆய்வுமுறை மாறிலிகளை (empherical constants) மெக் ஆடம்ஸ் பரிந்துரைத்துள்ளார். இம்முறையில் கணித்த மதிப்பும் செய்முறை மதிப்பும் மிகவும் துல்லியமாக அமைகின்றன. குழாயுள் பாயும் இயல்பான விரைவுடன் பாயும் நீரின் $1/r_1$ மதிப்பு 1000 முதல் 1400 வரை அமைகிறது. காண்க, வெப்பக் கடத்தல்; வெப்பச்சுழல்.

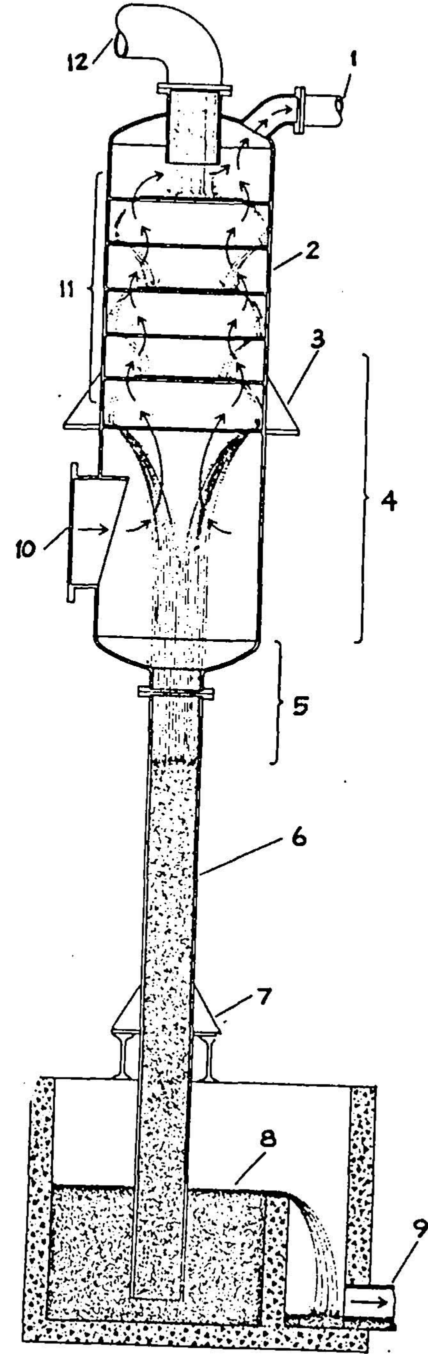
செறிதல் வரம்பு, குளிர்த்தும் பாய்ம வரம்பு ஆகியவற்றின் கடத்தங்கள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன. இந்த அட்டவணை நொடிக்கு 6 முதல் 7 அடி விரைவும் 100° வெப்பநிலையும் 10 பவு/அடி²/மணி செறிதல் வேக விகிதமும் உள்ள நிலைமைகட்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

அட்டவணை. சில பாய்மங்களின் வெப்பக்கடத்தம்.

பாய்மம்.	செறியும் ஆவியின் கடத்தம்*	குளிர்த்தும் பாய்மத்தின் கடத்தம்*
ஐசோபுரோப்பில் ஆல்கஹால்	400	360
பென்சீன்	600	520
நீர்	2500	1400
அம்மோனியா	3200	2300

* 1. வெப்பநிலை வேறுபாட்டில் ஒற்றைப் பரப்பில் ஒரு மணியில் நிகழும் பி. வெ. அலகில் குறிப்பிடப்படும் வெப்பப் பரிமாற்றம்.

தூசு படலக் கடத்தம் என்பது குளிர்த்தும் பாய்மம், செறியும் ஆவி ஆகியவற்றின் சிறப்பியல்புகளைப் பொறுத்தும், செறிதல் பரப்பு அல்லது செறிதல் இடவெளியின் இயக்கத்தின்போது திரளும் மாசின் அளவைப் பொறுத்தும் அமையும். இது புதுக் குழாய்ப் பரப்பில் உள்ள ஆக்சைடு படலத் தடிப்பைப் பொறுத்தும் அமையும். செம்பு அடி உலோகக் கலவையாலான நீரால் குளிர்த்திய உறைக்கும் நீராவிக் குழல் செறிகலன்களுக்கும் கடத்தம் 2000 அளவு போதுமானது. சுவரின் தடிப்பு, சுவர்ப் பொருள் ஆகியவை சுவர்க் கடத்தம் $1/r_w$ ஐத் தீர்மானிக்கின்றன. ஒட்டுமொத்த வெப்பப் பரிமாற்றக்கெழுவானது செறிகலன் வடிவம், செறிபரப்பின் வடிவம், பாய்ம பாய்வு வேகம், கலன் பாய்மம் ஆகியவற்றின் புறநிலைப் பண்புகளைப் பொறுத்தது. நீராவிச் செறிகலனின் மதிப்பு 300 முதல் 800 பி. வெ. அ/மணி/அடி². சில விதிவிலக்குகளைத் தவிர, நீராவியல்லாத பிற பாய்மங்களுக்கு வெப்பப் பரிமாற்றம் நீராவியைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

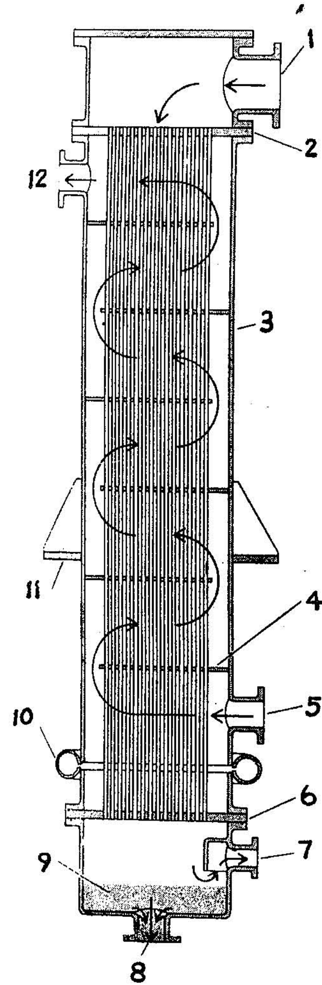


படம் 6. வளிமண்டல வகைத் தொடுகைச் செறிகலன்

1. செறியாத வளிம வெளியேற்றவழி 2. கொதிகலன் 2. தாங்கி 4. ஆவி செறியும் பிரிவு 5. செறி பொருளைக் குளிர்த்தும் பாய்மம் திரளும் பிரிவு 6. பின் குழாய் அமைப்பு 7. தாங்கி 8. திரள் தொட்டி 9. பீச்சு நீர் வெளியேற்ற வழி 10. ஆவி (நீராவி நுழை வழி) 11 குளிர்த்தும் நீர்மம் தெளிக்கும் அமைப்பு 12. குளிர்த்தும் நீர்மம் (உள் நுழை நீர்) நுழை வழி

செறிகலனின் உறுப்புகள். தொடுகைவகைக் செறி கலனின உறுப்புகள் படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள குளிர்த்தும் நீர்ம அமைப்பில் பீச்சு குழல் தட்டுகளும் (baffles) பட்டுத்தெறிக்கும் பரப்புகளும் ஆவியின் திசைக்கு எதிராகத் தொடர்ச்சியாக அருவிபோல, குளிர்த்தும் நீர்மத்தைச் சீராகப் பரப்பும்படி அமைந்துள்ளன. செறியாத வளிமத்தைக் குளிர்த்தும் பிரிவும் மேற் கூறிய குளிர்பொருள் பிரிவில் உள்ளடங்கியுள்ளது. ஆவிசெறியும் அதேநேரத்தில் செறியா வளிமமும் ஈரம் நீக்கப்பட்டு அமுக்கிச் செறியச் செய்யப்படுகிறது. குளிர்பொருளைப் பிரித்துச் சீராகப் பரப்பும் மற்ற கட்டமைப்புகள் உலோக ஞெகிழி, வெங்களி மண்வளைய அடுக்குகளாகும். பெரும்பாலான தொழிலகவகைச் செயல்முறைச் செறிகலன்கள் எதிரெதிர்ப் பாய்வமைப்புடையன. தாரைவகைச் செறிகலன்களின் செறியாவளிமங்கள் குளிர்த்தும் நீர் மத்திலேயே கலந்திருக்கும். பிறகு அவை அதிலிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன, வால்குழாய் (tail pipe) வளிமண்டலக் கம்பமாகச் (barometric coloumn) செயல்பட்டு, வெந்நீர்க் கிணற்றில் குளிர்த்தும் நீர்மத்தை வெளியேற்றி, வெற்றிட எக்கியின் (vaccum pump) தேவையைத் தவிர்க்கிறது. தாழ்மட்டச் செறிகலன்களில் வளிமண்டலக்குழாய் இருக்காது. பதிலாக எக்கிகள் குளிர்த்தும் நீரை வெளியிழுத்துப் பிரிக்கின்றன.

வகைமை (typical) பரப்புவகைச் செறிகலன்களின் உறுப்புகள் படங்கள் 2,3,4,5,7 ஆகியவற்றில் காட்டப்பட்டுள்ளன. செறிபரப்புகள் செம்படி உலோகக் கலவையால் 0.5. முதல் 1 அங்குலம் வெளி விட்டமுடையவாறு குழாய்களாக அமைகின்றன. சிற்சில பயன்பாடுகளில் அலுமினியமும் செய்பொருளாகப் பயன்படுகிறது. நிக்கல் உலோகக்கலவைகளும் குரோமியம்-நிக்கல் எஃகும் பயன்படுவது உண்டு. செறியா வளிமத்தைக் குளிர்த்தும் பரப்புகளும் தலைமைச் செறிபரப்புகள் செய்யப்படும் பொருளாலேயே செய்யப்படும். செறியா வளிம அரிப்புத்திறன் அதிகமாக உள்ள சிறப்பு நிலைப் பயன்பாடுகளில், அரிப்புத் தடுப்புப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. வழக்கமாக ஆவி வெளிப்பரப்புகளின் மூலம் செறியச்செய்யப்படுகின்றன (படம் 2,3,4,5). ஆவி அரிப்புத் தருவதாயின் அவை உட்புறப் பரப்பில் செறியச் செய்யப்படுகின்றன (படம் 7). இதில் குழாய்கள் வழக்கமாக எளிய வகைகளாகவே அமையும். குறைந்த கடத்தமுள்ள நீர்மத்தால் குளிர்த்தும்போது குழாய்கள விசிறி போன்ற தகட்டு மடிப்புகள் (fans) உள்ளபடிச் செய்யப்படுகின்றன. இதற்குக் குழாய்ச் சுவரின் தடிப்பளவுக்கு நீட்சியுள்ள தகட்டு மடிப்புகள் பயன்படுகின்றன. இரண்டு மடிப்பிடையில் உள்ள செறிபொருள் செறிதல் நிகழும் பக்கப் பரப்பில் வெப்பக்காப்பியாகச் செயல்படா வண்ணம் இம் மடிப்புகள் இடைவெளிவிட்டு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. வளிமத்தாலோ காற்றாலோ குளிர்த்தப் படும் செறிகலன்களில் குழாயின் பரப்பைப் போலப் பத்து மடங்கு பரப்பு உருவாகும் அளவுக்கு உயரமுள்ளபடி மடிப்புகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. அரிப்பு மிக்க சூழலிலும் குழாயின் ஒரு பக்க அரிப்பு மறுபக்கத்திலும் உள்ளதை விட வேறுபடும்போதும் தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்களில் ஈருலோகக் குழாய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



படம் 7. குத்துநிலைச் செயல்முறைப் பரப்புவகைச் செறிகலன்

1. ஆவி நுழை வழி 2. குழல் தகடு 3. கொள் கலன் 4. குழல் தாங்கியாகச்செயல்படும் குழல் தட்டு 5. குளிர்த்தும் நீர்மம் நுழை வழி 6. குழல் தகடு 7. செறியா வளிம வெளியேற்ற வழி 8. செறி பொருள் வெளியேற்று வழி 9. வெந்நீர்க்கிணறு 10. கூடு விரிவதற்கான மூட்டு 11. குதிரைகள் அல்லது தாங்கல்கள் 12. குளிர்த்தும் நீர்ம வெளியேற்று வழி.

குழாயைக் குலைக்கும் குழாய் அதிர்வுகள் தக்க இடைவெளியுடன் அமைக்கப்பட்ட குழாய்த் தட்டுகளால் குறைக்கப்படுகின்றன. இந்த அதிர்வுகள் புற எந்திர ஆற்றல் தரும் அதிர்வால் உருவாவதில்லை; மாறாகக் குழாய் மீது பாயும் ஆவியின் விரைவால் குழாய் இயற்கை அலைவெண்ணில் அலைவுறுவதால் ஏற்படுகின்றன. உயர் விரைவுள்ள தாழ் அடர்த்தி ஆவி ஒலி விரைவை நெருங்கும்போது குழாய் மீது விளையும் தூக்கு விசையும் பின் இழுப்பு விசையும் (lift and drag) அதிர்வை ஏற்படுத்துகின்றன. குறை அடர்த்தி ஆவியில் வான் கார்மேன் சுழிப்பு மிகுந்த ஊறு ஏதும் விளைவதில்லை. ஆனால் உயர் அடர்த்தி ஆவியின் வான்கார்மேன் சுழிப்பு, குறைந்த விரைவிலேயே குழாய்கட்கு ஊறு விளைவிக்கிறது. காண்க. சுழிப்பு (vortex).

குழாய்கள் பொருந்தியுள்ள குழாய்த் தட்டுகள் முன்ட் எனும் உலோகம், கப்பல் பித்தளை, செம்பு-சிலிக்கான் உலோகக் கலவை அல்லது இவற்றை யொத்த அரிப்புத் தடுப்பு உலோகங்கள் ஆகியவற்றால் செய்யப்படுகின்றன. கரி எஃகுக் குழல் தகடுகள் கரி அல்லது குரோமிய நிக்கல் எஃகுக் குழாய்களுடன் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அணுக்கருத் திறன் நிலையங்களில் பயன்படும் செறிகலன்களில் குழாய்த் தட்டு இருமடங்கு தடிப்புடன் வடிவமைக்கப்படுகின்றது. தட்டின் நடுவில் குளிர்த்தும் நீர் நீராவிக்குள் கசிவதைக் கண்டறிய இடைவெளி விடப்பட்டிருக்கும் உள்தகடு கரி எஃகால் செய்யப்பட்டிருக்கும். வெளித்தகடு செம்பு உலோகத்தால் ஆனது.

பரப்புவகைச் செறிகலனில் நீரைத் தவிர வேறு நீர்மம் பயன்படும போது குழாய்த் தகடுகளுடன் இணைந்த அறைகளில் நீர்மம் நுழைவழியும் வெளியேறும் வழியும் சுற்றோட்ட இணைப்புகளும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த நீர்மம் குழாய்த் தட்டின பரப்பிலும் குழாயுள்ளும் குழிவுகள் ஏதுமின்றிப் பாயும்படி அவற்றின் வடிவமைப்பு அமையும். வெப்ப வடிவமைப்பு நிலைமைகளைப் பொறுத்தும் தேவையான அல்லது கிடைக்கும் குளிரித்தும் பாய்மக் கொள்ளளவைப் பொறுத்தும் கட்டுமான இட அளவைப் பொறுத்தும் செறிகலன்கள் ஒற்றை அல்லது இரட்டை பாய்வுடையவைகளாகச் செய்யப்படுகின்றன. பெரிய நீராவி நிலையப் பரப்புவகைச் செறிகலன்கள் நீர் பற்றாக்குறை இருந்தாலொழிய ஒற்றைப் பாய்வு உடையனவாகவே வடிவமைக்கப்படுகின்றன. குளிர்த்தும் கோபுரம் தெறிப்பு அல்லது ஆவியாக்கத் தொட்டிகள், குளிர்த்தும் நீர் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டமைப்பு ஆகியவை, உள்ள மாபெரும் நீராவிநிலையச் செறிகலங்களில் இரட்டைப் பாய்வு நடைமுறையில் உள்ளது. மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பாய்வுகள் பயன்பட்டா. ஆனால் தொழிலகச் செயல்முறைச் செறிகலன்களில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பாய்வுகளே பயன்படுகின்றன; ஆனால், ஒற்றைப் பாய்வு முறை பயன்படுத்தப்படுவதே இல்லை.

செறியாத வளிமங்களை நீக்கும் எக்கிகள் இடப்பெயர்ச்சிவகை வெளியேற்றவகை என இரு வகைப்படும். இதில் இடப்பெயர்ச்சி வகை எந்திர ஊட்டட வெற்றிட எக்கியாக வடிவமைக்கப்படுகிறது. இது அழுந்துருள் வகை காற்று அமுக்கியை அல்லது சுழலும் வகை எந்திரத்தை அல்லது பல் சக்கர எக்கியை அல்லது நுழைவு இதழ் சுழல் அமுக்கியை ஒத்த வடிவமைக்கப்படுகிறது. இடப்பெயர்ச்சி வகை வெற்றிட எக்கி பல்வேறு அளவுகள் உடைய செறிகலன்களில பயன்படுகிறது. ஆனால் உயர் வெற்றிடத்தில் உள்ள உயர்செறிவுடைய வளிமங்களுக்கு இது பயன்படாது. ஏனென்றால் அத்தகைய நிலைமைகளில் இதன் உருவளவு கையாள முடியாத அளவுக்குப் பெரிதாகிவிடும். எனவே, குறைந்த செறியாத வளிமச் சுமை உடைய சுழலி போன்றவற்றின் பரப்புவகைச் செறிகலன்களில் இது பயன்படுகிறது. காண்க, வெற்றிட எக்கி.

நடைமுறையில் நீராவித் தாரை வெளியேற்றிகள் வெற்றிட எக்கிகளாகப் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. இயங்கும் பகுதிகள் இல்லாமல் இருப்பதால இவற்றைப் பேணுதலும், இயக்குதலும், நிறுவுதலும் எளிது. உயர்வெற்றிடத்தில் இவ்வகை எக்கிகள் செறியாத வளிமங்களின் சுமை அதிகமாக உள்ள இடங்களில் இவை நன்கு பயன்படுகின்றன. நீராவிச் சுழலிகளில் உள்ள பரப்புவகைச் செறிகலன்களில் பயன்படுத்தும்போது இவ்வகை எக்கிகளுடன் இடைச்செறிகலன்களும், பின்செறிகலன்களும் உடன் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெளியேற்று நீராவிச் செறிவு அடைந்த ஊட்டு நீர், அமைப்புக்குள் மீண்டும் செலுத்தப்படும். எனவே, ஊட்டு நீர், வெளியேற்றத்தில் உள்ள வெப்பத்தை ஈர்த்துக்கொள்கிறது. இதனால் மின் திறன் ஆக்கத்தின் திறமை கூடுதலாகிறது. காண்க, மைய விலகு எக்கி; குளிர்த்தும் கோபுரம்; இடப்பெயர்ச்சி எக்கி.

உலோ. செ.

நூலோதி

1. Brown A. I., and Marco, S. M., Introduction to Heat Transfe, McGraw-Hill Book Company, New York. 1958.

2. Handbook of Air Conditioning Design, Carrier Air Conditioning Co, New York, 1965.

3. Fraas A. P., Oyisck, M. N., Heat Exchanger Design, McGraw-Hill Book Company, New York, 1968.

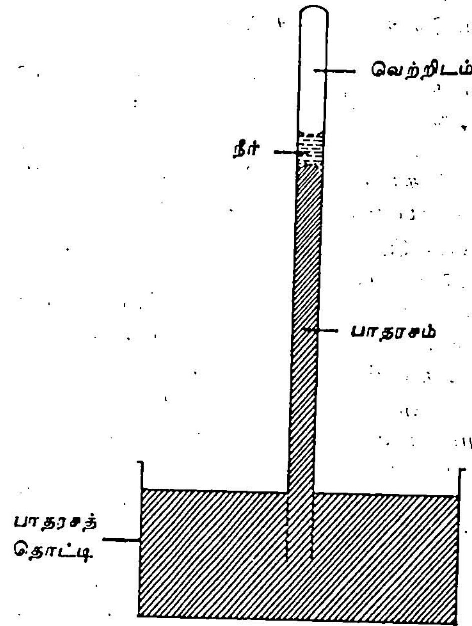
4. Holman, J. P., Heat Transfer, McGraw-Hill Book Company, New York, 1968.
5. Jakob M., Hawkins, G. A., Elements of Heat Transfer, 3rd Ed-, McGraw-Hill Book Company, New York, 1957.
6. Kern, D. Q., Heat Transmission 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, New York 1954.
7. Walker W. H., et. al. Principles of Chemical Engineering, 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1937.

ஆவியழுத்தம்

ஒரு பொருள் நீர்ம (liquid) நிலையிலிருந்து வளிம (gas) நிலைக்கு மாறும்போது அதை ஆவியாதல் (evaporation) என்கிறோம். இந்த ஆவி, வளிமத்தைப் போலவே அழுத்தத்தைக் (pressure) கொடுக்கும். காற்றிலுள்ள நீராவியின் அழுத்தம் வானிலையோடு தொடர்புடையதாக இருக்கின்றது. நீராவி எந்திரத்திலுள்ள ஆவியின் அழுத்தம் ஊர்திகளையும் வண்டிகளையும் ஓட்ட உதவுகிறது. சுழலி என்னும் எந்திரத்தின் ஆவி அழுத்த மாறுபாட்டால் சுழற்சியும், அதன் பயனாக மின் ஆக்கமும் உண்டாகின்றன.

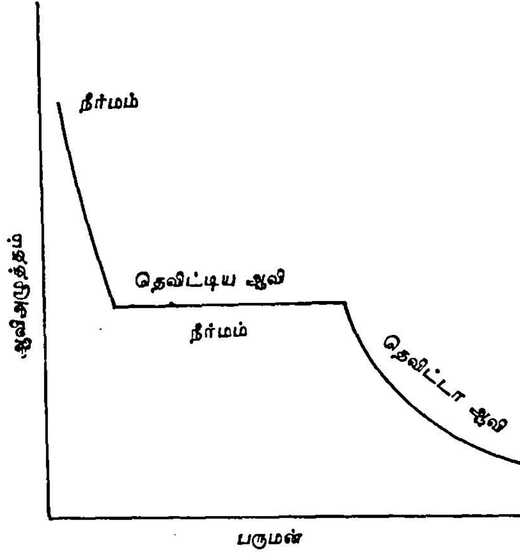
ஒரு நீர்மப் பொருள், தானே ஆவியாதல், கொதித்தல் என இரு முறைகளில் ஆவியாகிறது. தானே ஆவியாதல் வெளி வெப்பத்தின் தூண்டுதலின்றி எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் நீர்மத்தை அசைக்காமல் அதன் மேற்பரப்பில் இருந்து மட்டும் மெதுவாக நிகழ்வது. எடுத்துக்காட்டாகக் கடல், ஆறு, குளம், ஏரி இவற்றின் மேற்பரப்பிலிருந்து எப்போதும் நீர் தானே ஆவியாகிக் கொண்டு இருக்கும். வெளி வெப்பம் இன்றியும் இது நடைபெறக் கூடும். இந்த நீராவியின் அழுத்தம் வெப்பநிலைக் கேற்ப மாறுபடும். வெப்பநிலை அதிகரித்தல், பரப்பு அதிகரித்தல், காற்று வீசல் இவற்றால் தானே ஆவியாதல் அதிகரிக்கும். ஒரு பாத்திரத்தில் தண்ணீரை வைத்துச் சூடேற்றினால் நீரின் வெப்பநிலை அதிகரித்துக் கொண்டே போய்க் கொதிநிலையை அடையும். ஒவ்வொரு நீர்மமும் ஒரு குறிப்பிட்ட காற்றழுத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் தான் கொதிக்கும். அப்போது நீர்மம் முழுவதும் பாதிக்கப்பட்டு அடியிலிருந்து ஆவிக் கொப்புளங்கள் தோன்றி மேலெழும்பி வெடித்து ஆவியாகும். கொதிநிலை வெப்பநிலையில் நீர்மத்தின் ஆவியழுத்தம் வளி மண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். தானே ஆவியாகுமாயின், நீர்மத்தின் ஆற்றல் மிக்க அதிவேகமுள்ள மூலக்கூறுகள் (molecules), நீர்மத்தை விட்டு ஆவியாதற்கு வேண்டிய உள்ளுறை வெப்பத்தையும் நீர்மத்திலிருந்தே எடுத்துச் சென்று விடுவதால் எஞ்சியுள்ள நீர்மம் குளிர்ந்திருக்கும். இதனால் தான் பானையில் வைத்த தண்ணீர் பானையின் நுண்துளைகள் வழியே ஆவியாவதால் குளிர்ச்சி அடைகிறது.

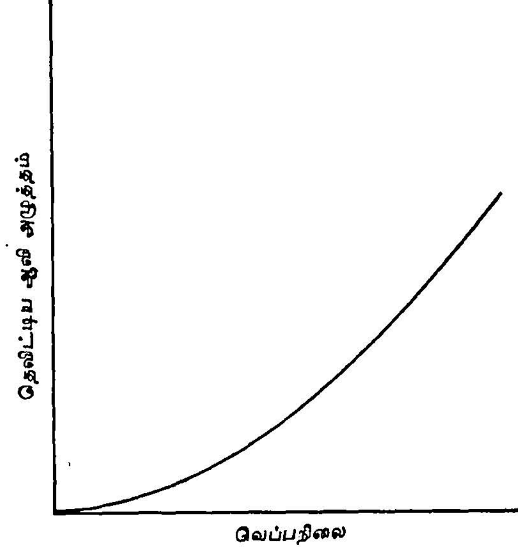
ஆவியின் அழுத்தம் காணல் - தெவிட்டிய ஆவி. காற்று மண்டலத்தின் அழுத்தத்தை அளக்கும் கருவிக்குப் பெயர் பாரமானி (barometer). இதன் குழாயில் பாதரசத்திற்கு மேலுள்ள வெற்றிடத்தில் வளைந்த பிப்பெட் (pippette) மூலம் சில துளிகள் ஏதாவது ஒரு நீர்மத்தைச் (தண்ணீரென்று வைத்துக் கொள்வோம்) செலுத்தினால் அத்துளிகள் ஆவியாகி, ஆவியழுத்தம் கொடுப்பதனால் பாதரச மட்டம் (level) இறங்கும். இது எந்த அளவு இறங்குகிறதோ அதுவே ஆவியின் அழுத்தத்தின் அளவாகும். பாதரச மட்டத்திற்கு மேலுள்ள வெளி பெரும அளவைவிடக் குறைவான ஆவியைப் பெற்றிருந்தால் அந்த ஆவி தெவிட்டா ஆவி (unsaturated vapour) எனப்படும். மேலும் சில துளிகள் நீர்மத்தைப் பிப்பெட்டின் மூலம் செலுத்தினால் அவையும் ஆவியாகி அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும். ஒரு குறிப்



படம் 1. ஆவியின் அழுத்தம் காணல்

பிட்ட அளவு நீரைச் செலுத்திய பின் ஒருநிலையில் துளிகள் எல்லாம் ஆவியாகாமல் சிறிது அளவு நீர்மமாகவே நின்றுவிடும். இந்த நிலையில் அந்த ஆவியைத் தெவிட்டிய ஆவி என்கிறார்கள் (saturated vapour). இதுதான் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அந்த நீர்மம் செலுத்தக்கூடிய பெரும ஆவியழுத்தம் ஆகும் (maximum vapour pressure). அதன் ஆவியழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்





படம் 2

மாறாமலிருக்கும். தெவிட்டிய ஆவியழுத்தம் வெப்ப நிலை அதிகரிக்கும்போது அதிகரிக்கும். கொதிநிலை அடையும்போது தெவிட்டிய ஆவியின் அழுத்தம் அந்த நீர்மத்தின் மேலுள்ள புற அழுத்தத்திற்குச் சம மாகும். கடல் மட்டத்தில் தண்ணீர் திறந்த பாத்தி ரத்தில் கொதிக்கும்போது அதன் வெப்பநிலை 100°C ஆகவும் அதன் தெவிட்டிய ஆவியழுத்தம் காற்றின் அழுத்தத்திற்குச் சமமாகவும் இருக்கும் (76 சென்டி மீட்டர் பாதரசம்). தெவிட்டா ஆவி வளிமங்களின் விதிகளான பாயில்விதி (Boyle's Law), சார்லஸ் விதி (Charles Law) முதலியவற்றிற்குட்படும். வெப்பநிலை உயர்ந்தால் ஆவியழுத்தம் உயரும். ஒரே வெப்ப நிலையில் அழுத்தம் அதிகரித்தால் பருமன் (volume) குறையும். தெவிட்டிய ஆவி இந்த விதிகளுக்கு உட்படாது.

தெவிட்டிய ஆவி நீர்மத்தோடு சமநிலையில் இருக்கும். அதாவது எந்த அளவு நீர்மம் ஆவியாக மாறுகிறதோ அதே அளவு ஆவி குளிர்ந்து நீர்மமா கும். இவ்விரண்டும் தொடர்ந்து நடந்து கொண்டே யிருப்பதால் தெவிட்டிய ஆவியின் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒன்றாகவே இருக்கும். வெப்பநிலை அதிகரிததால் தெவிட்டிய ஆவியழுத் தம் அதிகரித்துக் கொண்டே போய்க் கொதிநிலையை அடையுமுன் மிக வேகமாய் அதிகரிக்கும். நீர் மத்தோடு சேர்ந்து இருக்கும் ஆவி ஈரமான ஆவி (wet steam) என்றும், நீரின் மேலிருக்கும் நீராவி ஈரமான நீராவி என்றும் கூறப்படும். அந்த ஆவியை மேலும் சூடேற்றிக் கொதிநிலையைவிட உயர்ந்த வெப்ப நிலைக்குக் கொண்டு சென்றால் அது உலர்ந்த ஆவி ஆகும். இம்மாதிரி சூடேற்றிய நீரா வியைத் தான் நீராவி எந்திரத்தில் பயன்படுத்து கிறார்கள்.

ஒவ்வொரு நீர்மமும் அதன் மாறுநிலை வெப்ப நிலையை (critical temperature) விடக் குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ளபோது ஆவி எனப்படும். அப் போது அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதால் மட்டுமே அதை நீர்ம நிலைக்கு மாற்றலாம். மாறுநிலை வெப்ப நிலைக்கு மேலுள்ள ஆவி வளிமம் எனப்படும். வளிம நிலையிலுள்ள ஆவியை அழுத்தத்தினால் மட்டும் நீர்மமாக்க முடியாது. முன்னால் குளிர்வித்த பின்னர் அழுத்தத்தை அதிகரித்து நீர்மமாக்க வேண்டும்.

ஆவி அழுத்தம் சமதளப் பரப்பின் மீது அதிக மாகவும், குவிந்த பரப்பின்மீது குறைவாகவும் இருக் கும். எனவே, ஆவியழுத்தம் பரப்பு இழுவிசையைப் (surface tension) பொறுத்து மாறும். மேலும் ஓர் உப்பை நீர்மத்தில் கரைத்தால் அக்கரைசலின் மேலுள்ள ஆவியின் அழுத்த நீர்மத்தின் மேலுள்ள ஆவியின் அழுத்தத்தைவிடக் குறைந்திருக்கும். இதனால் கரைசலின் கொதிநிலை நீர்மத்தின் கொதி நிலையைவிட அதிகமாகும்.

சு. ருக்மணி

நூலோதி

1. தாமரை நங்கை, இரா., வெப்பவியல், தமிழ்நாட் டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1972.
2. Mathur, D.S., Heat and Thermodynamics Sultan & Sons, New Delhi, 1983.

ஆவியாக்கக்கலன்

ஒரு கரைசலில் கரைந்துள்ள கரைப்பானை (solvent) முழுதுமோ ஒரு பகுதியோ ஆவியாக்கப் பயன்படும் கலன் ஆவியாக்கக்கலன் (evaporator) ஆகும். எச்சப் பொருள் ஒரு திண்மமாகவோ ஒரு கரைபொருளின் செறிந்த கரைசலாகவோ அமையும். எச்சப்பொருள் திண்மம் ஆனால், ஆவியாக்கத் தேவையான வெப்பத் தைத் தங்கவைத்துள்ள திண்மக் கரைசலுக்கு அளிக்க வேண்டும். அப்படிக் கரைசலுக்கு அளிக்காமல் உலர்த்தும் கலனுக்கு உலர்கலன் (drier) என்று பெயர். ஆவியாகும் கரைப்பான் பலவகை ஆவியாக் கப் பொருள்களைப் பெற்றிருந்தால் அவ்வகை ஆவி யாக்கக் கலனுக்குக் காய்ச்சிவடிப்புக்கலன் (distillator) அல்லது வாலை வடிப்புக்கலன் என்று பெயர். பயன்படும் விளைபொருள் ஆவியாக்கக் கரைப்பா னாக அமையும்போது, ஆவியாக்கக் கலனைத் தவறு தலாக நீர்வாலை என்று சொல்லுவது போலவோ, சரியாகக் கொதிகலன் ஊட்டுநீர் ஆவியாக்கி எனவோ அழைக்கப்படுவதுண்டு. தொழிலகங்களில் பயன்படும் பல்வேறு ஆவியாக்கக் கலன்களில் நீரே கரைப்பா னாக உள்ளது.

பயன்பாடுகள். ஆவியாக்கக் கலன்கள் பெரும் பாலும் வேதியியல் தொழில்துறையில் (chemical industry) பயன்படுகின்றன. தெவிட்டிய உப்புக்கரை சலை ஆவியாக்கக்கலன் மூலம் ஆவியாக்கி உப்பு உண்டாக்கப்படுகிறது. உப்புக்கரைசல் உள்ள பாத் திரத்தின் அடியில், உப்பு திண்மமாக வீழ்படிகிறது. இந்தக் குழம்பு (slury) ஒரு வடிப்பான் வழியாக, திண்மப்பகுதி வடிக்கப்பட்டு நீர்மப்பகுதி மீள்ஆவி யாக்கத்துக்குத் திரும்பவும் கொண்டு செல்லப்படு கிறது. நார் மற்றும் தாள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் வெளிவரும் கசடு என்பது மரத்தைச் சூடாக்கிக் கரைக்கும் கனிமப் பொருள்களும், கரிம மர உட் கூறுகளும் கலந்ததே ஆகும். இந்தக் கசடு ஆவியாக் கக் கலன்களின் மூலம் ஆவியாக்கப்படுகிறது. அப் போது கசடு எரிகிறது. இம்முறையில் கசடை நீக்கு வது, சுற்றுச்சூழல் நீரால் மாசு அடைவதைத் தடுக் கிறது. மீண்டும் பயன்பாட்டுக்கு உகந்த கனிம வேதிப் பொருள்களை மீட்கிறது. ஆவியாக்கக்கல னைச் சூடாக்கத் தேவையான வெப்பத்தைத் தரு கிறது. எஞ்சியுள்ள வெப்பம் ஆலையின் பலவகைப் பயன்பாட்டுக்கு உதவுகிறது. காரங்கள் செய்யும் தொழிலகங்களில் மின்னாற்பகு கலன்களின் ஊடா கக் கடந்து செல்லும் உப்புக் கரைசல் எரிசோடா வையும் (caustic soda) நீர்த்த உப்புக் கரைசலையும் உண்டாக்குகிறது. 50% NaOH கரைசலில் உள்ளபடி ஆவியாக்கும்போது எல்லா உப்பும் வீழ்படிந்து விடு கிறது. 700°F வரை மேலும் இக்கரைசலைச் சூடாக் கினால் 600°F இல் இந்த NaOH கரைசல் நீரில்லாப் பொருளாக உறைகிறது. ஆவியாக்கக் கலன்கள் உண வுத் தொழிலில் பருமனைக் குறைத்து, தேக்கப் பணி களையும் போக்குவரத்துப் பணிகளையும் குறைக் கின்றன. மாசுள்ள நீரிலிருந்தும் கடல் நீரிலிருந்தும் குடிநீரைப் பெறவும் உதவுகின்றன.

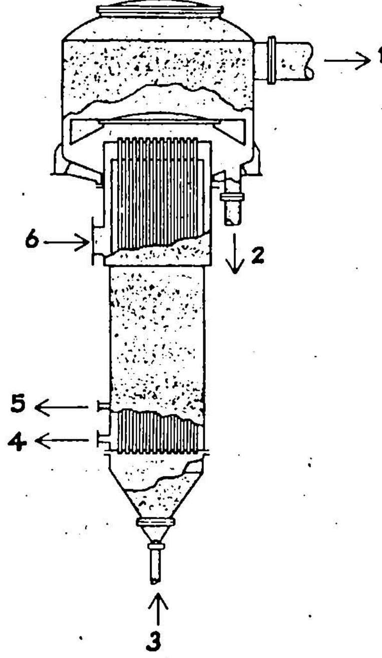
வகைப்பாடு. கரைப்பானை ஆவியாக்கப் பேரளவு வெப்பம் தேவை. கரைசலுக்கு இந்த வெப்பத்தைத் தரும் ஏற்பாடுகளை அமைக்க ஆகும் செலவே ஆவியாக்கக்கலன் செய்யும் செலவில் பெரும்பகு தியாக இருப்பது மட்டுமின்றி, ஆவியாக்கக் கலன் களின் வகைகளைத் தீர்மானிப்பதிலும் பங்கு வகிக் கின்றது. நடைமுறையில் உள்ள எல்லா ஆவியாக்கக் கலன்களும் கீழுள்ள மூன்று வகைகளில் அடங்கும். அவை, நீர்மப் பரப்புக்குக் கீழே அமையும் தீயும் நீர்மத்தின் ஊடே செல்லும் சூடான எரி வளிமங் களும் அமையும் வகைக் கலன்கள், தீயும் எரிவளிமங்க ளும் கொதி நீர்மத்திலிருந்து உலோகச் சுவரால் பிரிக் கப்பட்டுள்ள வகைக் கலன்கள், கொதி நீர்மத்துக்கு நீராவியாலோ பிற குளிரக்கூடிய ஆவிகளாலோ ஒரு சுவர் வழியாக வெப்பமூட்டும் வகைக் கலன்கள் என் பனவாகும். மூன்றாம் வகையில் கொதி நீர்மம் வெப் பமேற்பதால், ஆவி குளிர்ந்து நீர்மமாகும்.

முதல் வகைக் கலன்கள் எரிமூழ்கு ஆவியாக்கக் கலன்கள் எனப்படுகின்றன. இவற்றில் சூடாக்கப் படும் திண்மப் பரப்பின் மேல், வெப்பக் காப்பு உறையாகச் செயல்படுகிற காரையைப் படியச் செய் யும். இவ்வாறு ஆவியாதலின்போது உண்டாகும் ஆவிகள் எரிவளிமங்களுடன் கலந்து வெளியேறிவிடு வதால் கரைப்பான், ஆவியையோ அதன் வெப்பத் தையோ மீண்டும் பெறுதல் அரிது.

இரண்டாம்வகை நேர்த்தீயிடு ஆவியாக்கக் கலன் கள் எனப்படுகின்றன. நீராவிக் கொதிகலன், நீரா விக் கெட்டில் ஆகியவை இவ்வகையைச் சாரும். இவை கரைசல்களை ஆவியாக்கிச் செறிவூட்டப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

மூன்றாம் வகை, பெருவழக்கில் உள்ள நீராவி யால் சூடாக்கப்படும் ஆவியாக்கக் கலன்கள் (evaporators) ஆகும். இவற்றிலுள்ள சூடாக்கப் பரப்புகள் உலோகக் குழாய்களால் ஆனவையாகும். குறைந்த பருமனில் நிறைந்த சூடாக்கப் பரப்பைத் தருவன குழாய்களே. இவை கிடை அல்லது குத்து நிலையில் அமையலாம். கொதி நீர்மம் குழாய்களின் உள் அல்லது வெளிப்பரப்பைச் சூழ்ந்திருக்கும். காண்க, காய்ச்சி வடித்தல் (வாலை வடித்தல்).

இயக்கம். ஆவியாக்கக் கலனின் ஆவியாக்கத் திறன் வெப்பப்பரிமாற்ற விதிகளின்படித் தீர்மானிக் கப்படும். அது வெப்பம் ஊட்டும் பரப்புக்கு நேர் தகவில் அமையும்; நீராவி, கொதிநீர்மம் ஆகியவற் றின் வெப்பநிலை வேறுபாட்டுக்கு நேர்பொருத்தத் தில் இருக்கும். வெப்பப் பரிமாற்றகெழு கொதி நீர்மப் புற நிலைமைகளைச் சார்ந்துள்ளது. ஓரளவு



நீண்டகுழல் குத்துநிலை ஆவியாக்கக்கலன்

1. ஆவி 2. அடர்ந்த நீர்மம் 3. ஊட்டு நீர்மம் 4. செறி பொருள் 5. தளை 6. நீராவி.

இதைக் குளிர் நீராவிப் படலமும் உலோகச் சுவரின் வெப்பத் தடையும்கூடக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. கொதிபடலக்கெழுவைக் கூட்டப் பலமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. எல்லாமுறைகளும் வெப்பமூட்டும் பரப்பைச் சார்ந்து நீர்ம இயக்கத்தை அதிகரிப்பதையே முதன்மையாகக் கொள்கின்றன. பல ஆவியாக்கக்கலன்கள் இப்பணியை நிறைவேற்ற இயல்பான வெப்பச்சுழற்சி (heat convection) முறையையே பின்பற்றுகின்றன. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள நீண்ட குழல் குத்துநிலை ஆவியாக்கக்கலனின் ஊட்டப்படும் நீர்மம் குத்துநிலைக்குழல் தொகுதியின் அடிப்பகுதியில் நுழைகிறது. குழல்கள் வழியாகச் செல்லும் போது கொதிக்கிறது. அப்போது அதனுடைய பருமன் அதிகமாகிறது. தொடர்ந்த நீர்மத்தின் விரைவும் முடுக்கப்படுகிறது. இது வெப்பப் பரிமாற்றச் செயல் திறனை மிகும்படிச் செய்கிறது. குழாய்களின் மேல் பகுதி ஆவி-நீர்மக் கலவை வெளியே எடுக்கப் படுகிறது. இது நேரடியாக விளைபொருளாக எடுக்கப்படலாம்; அல்லது மறு சுழற்சிக்கு ஊட்டுவழி வழியாகவும் அனுப்பப்படலாம்.

மேலும் கூடுதலான வெப்பப் பரிமாற்றத்திறன் தேவைப்படும் இடங்களில் நீர்ம விரைவை முடுக்க எக்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதாவது பயன்படுத்தப்படும் விலைமிக்க உலோகக் கலவை கரிக்கப்படும் (வேதியியலாக அரிக்கப்படும்) சூழ்நிலைமைகளில் எக்கிகள் பயன்படுத்தப்படும். உப்பு, படிகமாதல் முறையில் தயாரிக்கப்படும்போதும், நீர்மங்களைக் கொண்டு காரைகள் உருவாக்கப்படும் போதும் விசைப்படுத்தப்பட்ட சுழற்சி முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய ஆவிக்கலன்களில் படிகமாக்கும் முறையும் வழக்கமான கூடு-குழல் வெப்பப் பரிமாற்றமும் (heat exchange) இவற்றின் பாய்மத்தை விரைவாகச் சுழற்றும் எக்கியும் உள்ளன. மற்றொரு வகையில் பிசுபிசுப்பான வெப்ப உணர்திறன்மிக்க நுரையியல்புப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் முடுக்கிய சுழற்சி ஆவியாக்கமும், சுழலும் வெப்பப்பரப்புகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அல்லது நிலையான வெப்பப் பரப்புகளின் மேல் படியும் பொருள்களைத் துடைக்கத் துடைப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. காண்க, காய்ச்சி வடித்தல்; மூலக்கூற்றுப் பரிமாற்றம்: வெப்பப்பரிமாற்றி; உவர்நீர்த் தூய்மிப்பு.

$W = Q. T_d/T_s$ என்ற கார்னோ சமன்பாடு ஒரு கருத்தியலான அமுக்கியின் (compressor) திறன் தேவையைத் தரும். இங்கு W என்பது தேவைப்படும் வேலை; Q என்பது ஏற்றப்படும் (pumped) வெப்பத்தின் அளவு; T_d என்பது அமுக்கியின் வெளியேற்ற (discharge) மற்றும் உள்ளிழுப்பு அழுத்தங்களிலுள்ள தெவிட்டிய நீராவியின் வெப்பநிலைகளின் வேறுபாடு. T_s என்பது உள்ளிழுப்பு (suction) அழுத்தத்திலுள்ள நீராவியின் தனி வெப்பநிலை (absolute temperature). வளிமண்டல அழுத்தத்தில் (212°F அல்லது 672° ராங்கைன்) கொதிக்கும் தூய்மையான நீரின் உள்ளுறை வெப்பம் 970.3 பி. வெ. அ/பவு. 10°F வெப்பநிலை வேறுபாட்டை ஏற்படுத்தத் தேவைப்படும் கருத்தியலான வேலை = (970.3) (10)/(672) = 14. 4 பி. வெ. அ/பவு. அல்லது 35.3 கி. வா. ம/1000 காலன் நீர். இது ஓர் ஒளிய ஆவியாக்கக் கலத்துக்குத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலில் 1. 5 விழுக்காடு மட்டுமே ஆகும்.

கொதிக்கும் நீர்மம் நீராக அமைந்ததால், அழுத்த நீராவியிலிருந்து சூடாக்கும் பரப்பின் வழியாகக் கொதிக்கும் நீர்மத்துக்கு, வெப்பம் பரிமாறத் தேவையான ஓட்டும் விசையை, 10°F வெப்பநிலை வேறுபாட்டை நிலை நிறுத்தும் அமுக்கியின் ஆற்றல் தரும். ஆனால் கொதிக்கும் நீர்மம், நீர் கலந்த கரைசலானால், தேவைப்படும் ஆற்றல் அளவு மேற்கூறியதைப் போல ஆவியாக்கக் கலனில் 10°F வெப்பநிலை வேறுபாட்டை நிலைநிறுத்த நான்கு மடங்காகும்.

ஆவியாக்கக் கலனுக்குத் தேவையான ஆற்ற

லைக் குறைக்கும் மற்றொரு வழி நீர்கலந்த ஆவியால் (water vapour) மற்றொரு குறைந்த கொதிவெப்ப நிலையுள்ள நீர்மத்தைச் சூடாக்கி, அந்த நீர்மத்தின் வெப்பத்தால் நீர்கலந்த கரைசலைச் சூடாக்குவ தாகும். இதில் கிடைத்த நீர்கலந்த ஆவியை விளைவு (effect) என்பர். இந்த விளைவைக் கொண்டு மற்றொரு குறைந்த கொதி வெப்பநிலையுள்ள நீர்மத்தைச் சூடாக்கலாம்; இதைத் தொடர்ந்து இரண்டு மூன்று தடவைகளுக்கு மேலும்கூட நிகழ்த்தலாம். இவ்வாறு தொடர்ந்து நிகழ்த்தும் ஆவியாக்க முறை வெப்ப ஊறகத்தின் (heat sink) வெப்பநிலையால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த ஊறகமாக ஓர் ஆறோ குளமோ பயன்படுகிறது. எனவே இதன் இறுதிகட்டக் கொதி வெப்பநிலை 100°F ஆக அமையும்படிக் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

இறுதி விளைவு, ஆவிகளிலிருந்து கிடைக்கும் குளிர்பொருளின் (condensate) வெப்பநிலையும் கருதத்தகூடிய அளவு மதிப்பும் உடைய அவற்றைக் கூடு-குழல் வெப்பப்பரிமாற்றியில் (shell and tube heat exchanger) செலுத்திக் குளிர்ந்த நீரால் குளிரச் செய்வர். தேவையான விளைபொருள் கரைசலாக அமைய வேண்டுமெனின் ஆவியைச் செயற்கை நீர் மழையால் குளிரச்செய்து பெறுவர். இது அழுத்த வியல் செறிகலன்களில் (condensors) நிகழ்த்தப் படுகிறது. இந்தக் கலன்கள் 11 மீ. உயரத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இது புவியீர்ப்பால் நீர் வெளி யேறுவதைத் தடுக்குமளவு உயர்வெற்றிடத்தை உண்டாக்குகிறது. செறிகலனில் வெற்றிடத்தை நிலை நிறுத்த செறியாத வளிமங்களை உயர்வெற்றிட எக்கியைக் கொண்டு வெளியேற்றுவர். இந்த வளிமங் கள் நீரில் கரைந்திருந்த காற்றாலும் ஆவிக்கலனுள் ஏற்படும் காற்றின் கசிவாலும் உண்டானவையாகும்.

மேற்கூறிய பன்மைவிளைவு ஆவிக்கலன்கள் தனிவிளைவு ஆவிக்கலன்களைவிட விலை மிகுந்தவை. தனிவிளைவு ஆவிக்கலன்களில் வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்பை A=Q/U T என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து பெறலாம். இங்கு Q என்பது குறிப்பிட்ட ஆவி யாக்க வேகத்திற்குத் தேவையான வெப்பப் பரி மாற்ற வேகத்தின் அளவு. U என்பது வெப்பப் பரிமாற்றக்கெழு (coefficient of heat transfer).

மூவிளைவு ஆவியாக்கக்கலன்கள் ஒவ்வொரு விளைவிலும் 1/3 பகுதி நீரை மட்டுமே ஆவியாக்கி 1/3 பகுதி அளவு மொத்த வெப்பத்தைப் பரிமாற்றும். மொத்த வெப்பநிலை வேறுபாடும் மூன்றாகப் பிரிக் கப்பட்டு ஒவ்வொரு விளைவிலும் அது நிலைநிறுத் தப்படும். இப்போது ஒவ்வொரு விளைவிலும் பயன் படும் வெப்பமூட்டும் பரப்பு, $A_n = (Q/3)/U(T/3) = Q/U\ T$ தனிவிளைவு ஆவியாக்கக் கலனில் உள்ளதைப் போலவே மூவிளைவு ஆவியாக்கக் கலனின் ஒவ்வொரு பரப்பும் சமமாக இருக்கும். ஆனால் ஒவ்வொரு பரப்புக்கும் பயன்படும் நீராவி யின் அளவு விளைவுகளின் எண்ணிக்கை கூடும் போது குறைந்து கொண்டே வரும். எத்தனை விளைவுகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம் என்பது தொடக் கத்தில் கலனுக்காகச் செலவிடும் பணத்தையும், செயல் முறைகளின்போது நீராவிக்கும் குளிர்வூட் டும் நீருக்கும் தேவைப்படும் செலவையும் பொறுத் தது. நடைமுறையில் பெரும்பாலான ஆவியாக்கக் கலன்கள் பன்மை விளைவுகளையும் பயன்படுத்து கின்றன. கிட்டத்தட்ட 12 விளைவுகள் வரை கூடப் பயன்படுத்துவது உண்டு. இதைப் பல கட்டத் தெறிப்புச் சுழற்சி முறையைப் பயன்படுத்தியும் உருவாக்கலாம். நீரில் இருந்து தூய நீரைப்பெற இம் முறை உருவாக்கப்பட்டது. காண்க, வெப்பம் பரி மாற்றி; வெப்பம் பரிமாற்றம்; உவர்நீர்த் தூய்மிப்பு.

உலோ. செ.

நூலோதி

Badger, W.L., Banchero, J.T., Introduction to Chemical Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1955.

ஆவியாக்கப் படிவுகள், உவர்நீர்

நீர்த் தேக்கத்தின் நீர் ஆவியாகும்போது அதில் கரைந்துள்ள உப்புகள் படிவுகளாக வீழ்படியும். இதை உவர்நீர் ஆவியாக்கப் படிவுகள் (saline evapourites) என்பர். அளவியலாகக் கருதத்தக்க முக்கிய மான ஆவியாக்கப் படிவுகள் அன்ஹைடிரைடு, $CaSO_4$, ஜிப்சம், $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ஹாலைட்டு (பாறை உப்பு), இயல்பு உப்பு (NaCl) ஆகியனவாகும். பொருளாதாரச் சிறப்புள்ள, ஆனால் மிகக் குறைந்த அளவில் பரவியுள்ள, பிற ஆவியாக்கப் படிவுகளாவன, பொட்டாசியம் குளோரைடுகள், சோடியம் கார்பனேட்டுகள்; போரேட்டுகள், ஹைட் டிரேட்டுகள் என்பனவாகும். காண்க, அன்ஹைடி ரைடு ஜிப்சம்; பாறை உப்பு.

இந்த ஆவியாக்கப் படிவுகள் மழை மிகுந்த வட்டாரங்களைத் தவிரப் பிற இடங்களில் தரையின் மேற்பரப்பில் கிடைப்பதில்லை. அவை நிலத்தின் ஆழ் துளைகளிலும் எண்ணெய் மற்றும் வளிமங் களுக்காகத் தோண்டப்படும் கிணறுகளிலும் பொரு ளாதாரச் சிறப்புள்ள படிவுகளை வெளிக்கொணரச் செய்யப்படும் நிலத்தடிச்செயல்முறைகளிலும் கிடைக் கின்றன. ஜிப்சம் மேற்பரப்பிலேயே கிடைக்கும் ஆவி படிவாகும். ஆனால் இது ஆழம் அதிகமாகும்போது அன்ஹைடிரைட்டால் பதிலீடு செய்யப்படுகிறது. அன்ஹைடிரைடு பரவலாகக் கிடைக்கும் ஒரு கனிம மாகும். பிற ஆவியாக்கப் படிவுக் கனிமங்கள்

(evapourite minerals) ஆழமான பகுதிகளில் அவ்வளவாகக் கிடைப்பதில்லை.

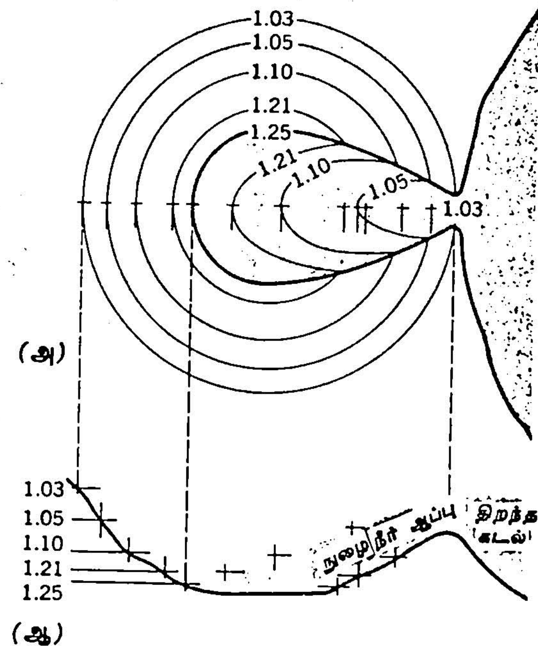
அன்ஹைடிரைடும், ஹாலைட்டும் ஆவியாக்கப் படிவுக் கனிமங்களில் முக்கியமானவையாகும். இவை சிறுபடல நிலையிலிருந்து மிகப் பெரிய படுகைகள் வரை பரவியிருப்பதும் உண்டு. இவற்றில் கார்பனேட்டுகளும், களிமட்பாறைகளும் (shale) குத்துநிலை அடுக்குகளினிடையே காணப்படுகின்றன. இவை கடலகப்புதை படிவுகளுடன் காணப்படுவதும் உண்டு. கீழ்வருமாறு இவை மீள் சுழலமைவுகளில் குத்துநிலைப் போக்கில் அமைகின்றன. கடலகப் புதை படிவு உள்ள சுண்ணாம்புக் கற்கள் டோலமைட்டு பாய்ந்த கடலகச் சுண்ணாம்புக் கற்கள், மெல்லிய மணியுடைய மென்படலங்கள் உடைய புதைப் படிவு ஆகாத டோலமைட்டு, அன்ஹைடிரைடு, ஹாலைட்டு, ஆகிய அடுக்குகள் ஒவ்வொரு சுழற்சியிலும் வரிசையாக அமைகின்றன. சில சுழலமைவு அடுக்குகளில் ஹாலைட்டு இல்லாமல் இருக்கலாம். பதிலாகப் பொட்டாசியக் கனிமங்கள் அவற்றில் காணப்படுகின்றன.

கடலகப் படுகை ஆவியாக்கப் படிவு. மிகப் பெரிய, ஆவியாக்கப் படிவுகளின் நிலஇயல் பரவலும், இப்படிவுகள் கலந்துள்ள பாறைகளின் தடிப்பும், சிறப்பியல்பும், ஆவியாக்கப் படிவுகளுக்கும் கடலகப் படிவுப் படுகைகளுக்கும் இடையே உள்ள நெருங்கிய உறவைக் காட்டுகின்றன. கிட்டத்தட்ட 95% ஆவியாக்கப் படிவுப் பொருள்கள் கடலகப் படிவுப் படுகைகளில் கிடைக்கின்றன. இப்படிவுப் படுகைகளில் இருவகைகள் காணப்படுகின்றன. அவை படுகை மைய ஆவியாக்கப் படிவுகள் (basin centre evapourites) படுகையோர ஆவியாக்கப் படிவுகள் (basin margin evapourites) என்பனவாகும். படுகை மைய ஆவியாக்கப் படிவுகள், படிவுப் படுகைகளின் ஆழ் பகுதிகளிலும் படுகையோர ஆவியாக்கப் படிவுகள் படுகைகளின் ஓர வலயப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

படுகை மையப் படிவுகள் மையமொன்றிய வடிவையுடையவை. இந்தப் படிவுகள் பக்கவாட்டில் செல்லும்போது ஆவிப் படிவுகளின் சுழற்சி வரிசை இரட்டிப்பாகிக் காணப்படும். இதில் கடலகக் கார்பனேட்டுகள் (சுண்ணாம்புக் கற்கள், டோலமைட்டு) வெளிப் புறத்திலும் ஹாலைட்டுகள் மையத்திலும் பரவி அமைகின்றன. பருதியில் அமையும் கார்பனேட்டுகள் நீள்வடிவப் படிவை உடையனவாகும். நீள் வடிவம் படுகையின் ஓரத்திற்கு இணையாக அமைகிறது. இத்தகைய அமைப்புகள் இருவகைப்படும். அவை அலையை எதிர்க்கும் போக்குடைய பவழ ஆல்கால் பாறைகள் அல்லது திட்டுப்போல் அமைந்த கிளிஞ்சல் துண்டுகளால் ஆன பகுதிகள், ஊலித்துகள் (oolith) கார்பனேட்டுப் பாளங்கள் அல்லது உருண்டைகள் என்பனவாகும். இவை நீரலையின் எதிர்ப்புச் செயல்பாட்டால் உருவானவை. மிகுந்த ஆழமுள்ள படுகைகள் பொட்டாசிய உப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகைய படுகைகளின் ஆழம் அதிகமாகவும் படிவு செறிந்தும் உள்ள அச்சுத் திசையில் ஹாலைட்டுகள் பெருமளவில் பரவியிருக்கும்.

படுகையோர ஆவியாக்கப் படுகைகளில் அன்ஹைடிரைட்டுகள் மிகுந்திருக்கும். ஹாலைட்டுகள் அதிகமாக இரா. அகலம் மாறுபடும் படிவுப் படுகைகளின் வட்டார விளிம்புகளில் இவை அமைகின்றன. படுகையிலிருந்து விலகிச் செல்லும்போது இந்தப் படிவுகள் சிவப்பு நிறமுடைய களிமட் பாறைகளாகவும், வண்டல் பாறைகளாகவும் அமைகின்றன. படுகை நோக்கி நெருங்கிச் செல்லும்போது சுண்ணாம்புக் கல்லும், டோலமைட்டும் பாறை வடிவில் அல்லது திட்டு வடிவில் காணப்படுகின்றன. இந்தக் கரைகளுக்கு நடுவில் உள்ள பகுதிகளில் கடலகச் சுண்ணாம்புக் கற்களும், களிமட் பாறைகளும் ஆழ் நிறத்துடனும், புதை படிவு விலங்கின் சுவடுகளுடனும் காணப்படுகின்றன.

உருவாக்கக் கோட்பாடு. ஆவியாக்கப் படிவுகளின் இரு பெரும் வகைகளும் கடலிலிருந்து ஓரளவுக்குப்



படம் 1. ஆவியாக்கப் படிவுப் படுகையின் வகைமை வடிவம்

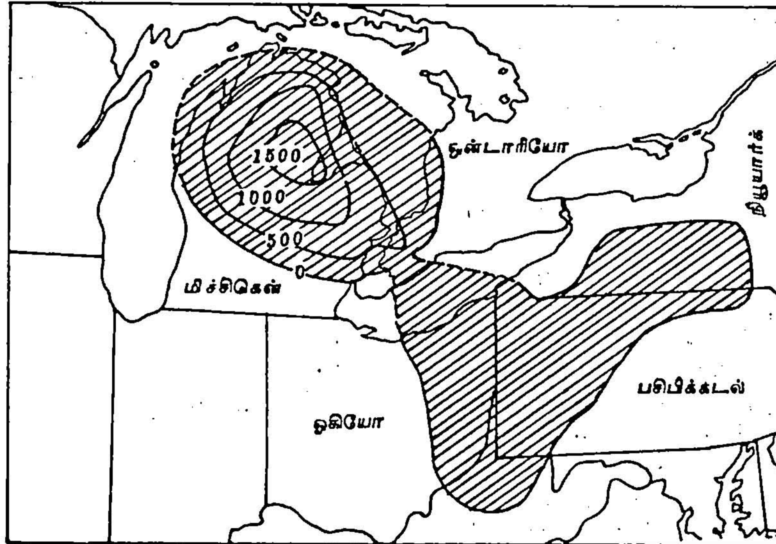
அ. தரைக்காட்சி ஆ. குறுக்குவெட்டு முகம்

பிரிக்கப்பட்ட நீர்நிலைகளால் ஏற்படுபவை என்பது நிறுவப்பட்டுள்ளது. திறந்தவெளிக் கடலையும், நீர் நிலையையும் பிரிக்கும் அரண்களாகப் பவழம் அல்லது கரை அல்லது திட்டுகள் அமைகின்றன. இவை கடலுக்கும் நீர்நிலைக்கும் ஏற்படும் நீர்ச் சுழற்சியைக் குறைக்கின்றன அல்லது முற்றிலும் ஏற்படாமல் தடுக்கின்றன. படுகை மைய ஆவியாக் கப் படிவுகளின் உருவாக்கத்தில் படுகையிலுள்ள நீரின் ஆவியாதல் திறந்த கடலில் உள்ள பகுதியி லிருந்து நீரை உள்ளிழுக்கிறது. உள் நுழையும் நீர் இயல்பான உவர்மையையும் (salinity) குறைந்த அடர்த்தியையும் உடையது. இது மிகுந்த வேகத் துடன் மேற்பரப்பு நீரோட்டமாக அரணைக் கடந்து நீர்நிலைக்குள் பாய்கிறது. ஆவியாதலால் நீர்நிலை யில் உள்ள அடர்த்தி மிக்க உயர்நிலை உவர்மை புடைய நீர், நீர்நிலையின் அடிப்பகுதிக்குச் செல்கிறது. ஆனால் அது திரும்பவும் கடலுக்குள் செல்லாதவாறு அரண் தடுக்கிறது (படம் 1). எனவே, தொடர்ந்து கடல்நீர் நீர்நிலையில் பாய நீர்நிலை நீர்ப்படுகையி லேயே இருந்து ஆவியாதலால் நீர்நிலை நீரின் உவர்மையில் தெவிட்டல் நிலை ஏற்படும். முதலில் சல்பேட்டும் பிறகு குளோரைடும் உப்புகளாக வீழ் படியும்.

படுகையோர ஆவியாக்கப் படிவுகளின் உருவாக் கம் மேற்கூறியதற்கு எதிரான முறையில் ஏற்படு கிறது. இம்முறையில் படுகையினுடைய நீர்நிலை திறந்த வெளிக் கடலுடன் நன்கு தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இந்நீர்நிலையின் உவர்மை இயல் பான மதிப்புடையதே ஆகும். நிலம், பவழம், கரை ஆகியவை சூழ்ந்தமைவதால் உருவாகிய படுகையின் விளிம்பில் ஆவியாகும் உப்பங்கழிகள் அமைகின்றன. இங்கு அரண் வழியாகக் கடந்து செல்லும் நீர் தேங்குகிறது. இந்த நீர் ஆவி யாகும்பொழுது உப்புகள் உப்பங்கழியில் வீழ்படி கின்றன. இத்தகைய படுகையோர ஆவியாக்கப் படி வுகள் உண்டாகக் காற்றோட்டம் நிறைந்த வானிலை தேவை. இல்லாவிட்டால் உப்பங்கழிக்குள் பாயும் நன்னீர் ஆவியாதலால் ஏற்படும் விளைவைக் குறைத்துவிடும்.

கண்டத்திட்டு ஆவியாக்கப் படிவுகள்: படுகை ஆவி யாக்கப் படிவுகள் உப்புப் படிவுகளின் பேரளவுப் பகு தியை உள்ளடக்கினாலும் இவற்றுடன் தொடர்பில் லாத பரந்த அளவுப் படிவுகள் கண்டத்திட்டுகளில் அமைகின்றன. இவை மெல்லிய அடுக்குகளாகப் படு கைகளின் ஓரங்களைத் தொடர்ந்து ஆழமும் சரிவும் குறைந்த கண்டத் திட்டுகளில் படிகின்றன. கண்டத் திட்டு ஆவியாக்கப் படிவுகள் அகன்ற பரப்பிலும் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளிலும் பரவலாக அமைவதால் பெரும்பாலான வணிகமுறை ஜிப்சம் படிவுகள் இவற்றில்தாம் அமைகின்றன.

கண்டத்திட்டு ஆவியாக்கப் படிவுகளில் இரு பிரி வுகள் உண்டு. இவை இரண்டுமே படுகையோரப் படிவுகளின் விரிவாக்கங்களாகவே அமைகின்றன. இவற்றின்பால் படுகையின் விளைவுகள் செயல்படு வதில்லை. படுகையைத் தள்ளி நெடுந்தொலைவில் இவை அமைவதே இதற்குக் காரணம். முதல் வகையில்



படம் 2 ஆவியாக்க உப்புப் படிவுகளின் நிலஇயல் பரவல்

கடலகக் கார்பனேட்டுகள் இடை அடுக்குகளில் வேறு ஆவியாக்கப் பொருள்களுடன் அமைந்து உள்ளன. இரண்டாவது வகையில் செவ்வண்டல் படிவுகளும் களிமண் படிவுகளும் நில உயிரி, தாவர எச்சங்களுடன் அமைந்துள்ளன. கார்பனேட்டுடன் அமைந்த படிவுகள் ஆழம் குறைந்த வான்பார்த்த ஆவியாக்கக் குழிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை நிலப்பரப்பினின்றும் நெடுந்தொலைவில் மிகக் குறைவான பொருக்குகள் அமைந்த நிலப்பரப்புகளுக்கு அருகில் மட்டுமே அமைகின்றன. செம்படுகை வகைப் படிவுகள், நிலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட படிவுகள் ஆகும். இவை ஆழம் குறைந்த கடலோரக் கண்டத் திட்டுகளில் காணப்படுகின்றன. காண்க, செம்படுகைகள்.

கடற்புற ஆவியாக்கப் படிவுகள். கடற்புற நீரில் ஏற்படும் வீழ்படிவுகள் இத்தகைய ஆவியாக்கப் படிவுகளை உருவாக்குகின்றன. தற்காலத்தில் பாலை நிலங்களிலும் பகுதிப் பாலை நிலங்களிலும் உள்ள ஏரிகளில் இத்தகைய ஆவியாக்கப் படிவுகள் ஏற்படுகின்றன. பண்டைக் காலத்தில் தோன்றிய பாறைகளில் இத்தகைய படிவுகளைக் காணமுடிவதில்லை. மேலும் சிதறிய பாறைப் பொருள்களைக் கரைத்துக் கொண்டு செல்லும் ஓடைகள் பாயும் இடங்களில் காணப்படும் குழிகளில் அமைந்த நீர்நிலைகளிலும் ஆவியாதலால் செறிவான உப்புப் படிவுகள் ஏற்படுகின்றன. இந்தப் படிவுகளில் ஹாலைட்டுப் படிவுகள் போரைட்டுகளும், நைட்டிரேட்டுகள், சோடியம் கார்பனேட்டுகளும் காணப்படுகின்றன.

நிலஇயல் பரவல். வட அமெரிக்காவில் கனடா அருகமைந்த ஆர்டிக் பகுதிகளில் கேம்பிரியன் காலக்கட்ட ஆவியாக்கப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. ஆர்டோவிசியன் காலக்கட்ட அடுக்குகளில் பரவலான ஆவியாக்கப் படிவுகள் காணப்படுவதில்லை. பின்வருள்ள காலக் கட்டங்களைச் சார்ந்த எல்லா நில அடுக்குகளிலும் திரளான ஆவியாக்கப் படிவுகள் உருவாவதைக் காணலாம்; சில சரிவுமிக்க படிவுப் படுகைகளில் பல்வேறு நிலஇயல் காலக் கட்டங்களைச் சார்ந்த ஆவியாக்கப் படிவுகளைக் காணலாம். (படம் 2). எடுத்துக்காட்டாக, மிச்சிகன் படுகை (சைலூரியன் டிவோனியம், மிசிசிபியன்)வளைகுடாக் கடற்கரைப் படுகை (பெரிமியன், ஜுராசிக், கிரெட்டேசியஸ், டெர்ஷியரி) ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

உலோ. செ.

நூலோதி

1. Porchert. H., Muir, R. C, Salt Deposits; The Origin Metamorphism. and Deformation of Evapourite, McGraw-Hill Book Company, New York, 1964.

ஆவியாகும் தைலங்கள்

தாவரங்களின் இலைகள், பூக்கள், தண்டுகள், விதைகள், வேர்கள் போன்ற பல்வேறு பாகங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் இனிய மணமுள்ள நீர்மங்கள் ஆவியாகும் தைலங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றை ஆங்கிலத்தில் essential oil என்று கூறுகின்றனர். ஃபீனைல் அலனின், லைசீன், ஹிஸ்ட்டிடின் போன்ற உடலுக்குத் தேவையான முக்கிய அமினோ அமிலங்களைப் (essential amino acids) போல் ஆவியாகும் தைலங்கள் உடல் வளர்ச்சிக்கோ தாவர வளர்ச்சிக்கோ தேவையானவை அல்ல. essence என்ற ஆங்கில வார்த்தையிலிருந்து essential oil என்ற பெயர் சாறு பிழிந்து பெறப்படுவதாலேயே வந்தது.

சூரிய ஒளி அதிகமாக இருக்கும் வெப்ப மண்டலப்பகுதிகளில் ஆவியாகும் எண்ணெய்த் தாவரங்கள் அதிகமாக வளர்கின்றன. இதுவரை ஆயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட தாவரங்களில் ஆவியாகும் தைலங்கள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தாவரச் சுரப்பிகளில் மிக நுண்ணிய துளிகளாகச் சேமித்து வைக்கப்படும் ஆவியாகும் தைலங்கள் அச்சுரப்பிகளிலிருந்து மெல்ல ஊடுருவிப் பிற பகுதிகளுக்கும் பரவிப் பின்னர் ஆவியாகி, காற்றில் கலந்து நறுமணத்தை உண்டாக்குகின்றன. தாவரங்களில் உள்ள ஆவியாகும் தைலங்கள் பூச்சியினங்களைக் கவர்ந்திழுக்க உதவுகின்றனவா அன்றி விரட்டியடிக்கப் பயன்படுகின்றனவா அல்லது பூச்சியினங்களிலிருந்து தாவர இனங்களைப் பாதுகாக்கும் பொருளாகப் பயன்படுகின்றனவா எனச் சரிவரத் தெளிவாக்கப் படவில்லை.

இயைபு. ஆவியாகும் தைலங்களில் காணப்படும் முக்கிய கரிமப் பொருள்கள் டெர்ப்பீன்கள் ஆகும். டெர்ப்பீன்கள் என்பன $(C_5H_8)_n$ என்ற அடிப்படை ஐசோப்ரின் மூலக்கூறைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்கள். டெர்ப்பீன்களில் இருக்கும் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தே அவை வகைப் படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, 10,20,30 எனக் கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றிருக்கும் டெர்ப்பீன்கள் முறையே மோனோடெர்ப்பீன், டைடெர்ப்பீன், ட்ரைடெர்ப்பீன் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஐசோப்ரின் உறுப்புகள் தலையுடன் கூடிய வால் போன்ற அமைப்புடன் டெர்ப்பீன்களில் தொடர்ச்சியாக இணைந்துள்ளன. ஐசோப்ரின் மூலக்கூறில் இருக்கும் கிளைத் தொடரைத் தலை எனவும், ஏனைய பகுதியை வால் எனவும் கொள்ளலாம். எளிய வாய்பாடுடைய மோனோ மற்றும் செஸ்க்வி (sesqui) டெர்ப்பீன்களே ஆவியாகும் தைலங்களில் பெரும்பாலும் காணப்படும் டெர்ப்பீன்கள் ஆகும்.

ஆவியாகும் தைலம்	மூலம்	பெருவாரியாக உள்ளசேர்மம்	பயன்கள்
எலுமிச்சை	பழத்தோல்	சிட்ரால்	கொசுவை விரட்ட
ஆரஞ்சு	பழத்தோல்	லினலால் வலஞ்சுழி மாற்றியம்	சுவையூட்டி
ரோஜா	பூக்கள்	ஜெரானியால்	மணமூட்ட; மருந்து
இலவங்கம்	பட்டை, இலை, மொட்டு	யூஜினால், சின்ன மால்டிஹைடு	உணவில் சேர்க்க; பற்பொடி தயாரிப்பில்
சோம்பு	விதை	அனித்தோல்	கபம், குடல் வாயு ஆகியவற்றை நீக்க
சிட்ரனல்லா	இலை	ஜெரானியால் சிட்ரனல்லால்	அழகுப் பொருள்கள் தயாரிப்பில்
ஜாதிக்காய்	விதை	டெர்பீனியால் போர்னியால்	மிட்டாய், மருந்துப் பொருள்கள் தயாரிப்பின்
காரவே	விதை	கார்வோன்	வயிற்று வலி நீக்க
பாதாம் பருப்பு	பருப்பு	பென்சால்டிஹைடு	சவர்க்காரத்தில் சேர்க்க
கடுகு	விதை	அல்லைல் ஐசோ சயனேட்டு	மருந்து மற்றும் உணவுப் பொருள் தயாரிப்பில்
பெப்பர்மின்ட்	இலை	மெந்தால்	மிட்டாய், பற்பசை, மருந்துப் பொருள் தயாரிப்பில்
டர்ப்பென்டைன்	பட்டை	டெர்பீனியால் போர்னியால் பைனீன்	உலோகம் பிரித்தெடுத்த லில்; மற்றும் கபம், வாதநோய்களைக் குணப்படுத்த
சந்தனம்	கட்டை	சாண்டலால்	மணமூட்ட
தைம்	இல்லை	தைமால்	தீமணம் நீக்க, கிருமி கொல்லி
வெட்டிவேர்	வேர்	வெடிவீன்	மணமூட்ட
விண்டர்கிரீன்	இலை	மெத்தில் சாலி சிலேட்டு	மெல்லும் பிசின், பற் பசை, மூட்டுவாதத்தைக் குணப்படுத்த
யூகோலிப்டஸ்	இலை	யூடெஸ்மால்	கபத்தைப் போக்க
இஞ்சி	கிழங்கு	சிஞ்சிபெரின்	வாயு, அசீரணத்தைக் குணப்படுத்த

$C_{10}H_{16}$ என்ற வாய்பாடு கொண்ட டெர்ப்பீன்கள் வெர்பேனோ எண்ணெயிலிருந்து பெறப்படும் மிர்சீன் மற்றும் கருந்துளசியிலிருந்து கிடைக்கும் ஆசிமினைப் போல் சங்கிலித் தொடர் சேர்மமாக இருக்கலாம். மேலும் p – மெந்தேனின் முக்கியமான பெறுதியான லிமினினைப் போல் ஒற்றை வளையச் சேர்மமாகவும் இருக்கலாம். லிமனினன் வலஞ்சுழி மாற்றியம் எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு எண்ணெய்களிலும், இடஞ்சுழி மாற்றியம் பெப்பர்மின்ட் எண்ணெயிலும் இட வலம் புரி நடுநிலைக்கலவை (racemic mixture) டெர்பன்டைனிலும் உள்ளன. இரட்டை வளைய (bicyclic) டெர்ப்பீன்களின் கெரேன் (carene), பைனின் (pinene) ஆகியன முக்கியமானவை. பைன் எண்ணெயில் கெரேனின் சார்புப் பொருள்கள் உள்ளன. பைனேன்

பிரிவில் முக்கியமான α – பைனீன் எல்லா வகையான டர்பைன்டைன் எண்ணெய்களிலும் உள்ளன. இதே போல் செஸ்க்வி டெர்ப்பீன்களும் $(C_{15}H_{24})$ அம்பரட்டே (amberetae) எண்ணெயில் இருக்கும் ஃபார்னெசாலைப் (farnesol) போன்று திறந்த சங்கிலித் தொடர் டெர்ப்பீன்களாகவும் அல்லது வெள்ளைப் போளா எண்ணெயில் (myrrh) இருக்கும் பிசாபோலின் (bisabolene) டெர்ப்பீனைப் போன்று ஒற்றை வளையமாகவும், யூக்கலிப்டஸ் எண்ணெயில் இருக்கும் யூடெஸ்மால் (eudesmol) டெர்ப்பீனைப் போன்று இரு வளையமாகவும் இருக்கலாம்.

ஆவியாகும் தைலங்களில் டெர்ப்பீன்களைத் தவிர அரோமாட்டிக் மற்றும் வேற்றணு வளையச் சேர்மங்களும் (heterocyclic compounds) இருக்கும். சான்றாக, பூண்டு எண்ணெயில் அல்லைல் சல்ஃபைடுகளும், ஆரஞ்சு எண்ணெயில் இண்டோல், ஆந்த்ரனிலிக் அமில எஸ்ட்டர்களும் உள்ளன. ஆவியாகும தைலங்களின் மணத்திற்கு இவை தவிர, ஆல்கஹால்கள், ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள், எஸ்ட்டர்கள், லாக்டோன்கள், அசெட்டால்கள், ஃபீனால்கள் போன்ற பிற ஆக்சிஜனேற்றக் கரிமப் பொருள்களும் காரணமாக அமைகின்றன. ஆக்சிஜனைக் கொண்ட டெர்ப்பீன்கள் கற்பூரங்கள் (camphors) எனப் பொதுவாக அழைக்கப்படுகின்றன.

சில ஆவியாகும் தைலங்களில் ஒரேயொரு டெர்ப்பீனே பெருமளவில் காணப்படும்.சான்றாக, ஆரஞ்சு எண்ணெயில் 90 விழுக்காடு டி-லெமனினும், எலுமிச்சை புல் எண்ணெயில் 75 விழுக்காடு சிட்ராலும் பால்மரோசா எண்ணெயில் 85 விழுக்காடு ஜெரானியாலும் உள்ளன, இவ்வாறே ஆவியாகும் தைலங்களில் டெர்பீனல்லாத மற்ற கரிமச் சேர்மங்களும் பெருமளவில் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, விண்ட்டர் கிரின் எண்ணெயில் 98 விழுக்காடு வரையில் மெத்தில் சாலிசிலேட்டும், சோம்பு எண்ணெயில் 90 விழுக்காடு வரையில் அனித்தோலும் (anethole) இலவங்கத் தைலத்தில் 95 விழுக்காடு வரையில் யூஜினாலும் (eugenol) உள்ளன. பெரும்பாலான ஆவியாகும் தைலங்களில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட டெர்ப்பீன் மற்றும் டெர்ப்பீனல்லாத கரியச் சேர்மங்களும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாகக் கற்பூரத் தைலத்தில் (camphor oil) எழுபத்தைந்துக்கும் மேற்பட்ட கரிமச் சேர்மங்கள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. சில முக்கிய ஆவியாகும் தைலங்களின் இயல்புகளும், பயன்களும் அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

பண்புகள். ஆவியாகும் தைலங்கள் பொதுவாக நிறமற்றவை; புதிதாகக் காய்ச்சி வடிக்கப்பட்ட ஆவியாகும் தைலங்கள் இளமஞ்சள் நிறமற்றிருக்கும். வேறு பல பொருள்கள் கலந்திருந்தால் இவற்றின் நிறம் சிவப்பிலிருந்து மஞ்சள் வரை மாறுபடும். இவற்றின் அடர்த்தி எண் 0.84 முதல் 1.18 வரை அமைந்திருக்கும். அறை வெப்பநிலையில் ஆவியாகக் கூடியதாகவும் வெப்பப்படுத்தும்போது முழுவதுமாகவும் ஆவியாகின்றன. அநேகமாக எல்லா ஆவியாகும் தைலங்களும் நிறமற்ற, மனத்தைத் கவரும் நறுமணமுள்ள நீர்மங்கள் ஆகும். இவை நீரைவிட லேசானவை; ஆனால் நீரில் கரைவதில்லை. சர்க்கரைக் கரைசல்களில் எளிதில் கரைகின்றன.

தயாரிப்பு. குறிப்பிட்ட சில காலங்களில் அல்லது நேரங்களில் மட்டுமே ஆவியாகும் தைலங்களைக் கொண்ட தாவரங்களில் அதன் செறிவு அதிகமாக இருக்கும். சான்றாக, மல்லிகையின் மணம் அதிகமாக இருப்பதைக் குறிப்பிடலாம். இந்நேரங்களில் தாவரத்தின் பாகங்களைச் சேகரித்து ஆவியாகும் தைலங்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். ஆவியாகும் தைலங்களைப் பிரித்தெடுக்க முக்கியமாக நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல் (steam distillation) முறை பெரும்பாலும் பயன்படுகிறது; அன்றியும் ஒவ்வொரு ஆவியாகும் தைலத்திற்கென்று தனித்தனியான பிரித்தெடுக்கும் முறைகளும் உள்ளன. காட்டாக, சிட்ரஸ் தாவரங்களின் பழத்தோலில் ஆவியாகும் தைலங்கள் அதிகமாக இருக்கும். எனவே அவற்றைப் பிழிந்து சாற்றினை வடித்தெடுக்கும் முறை பயன்படுகிறது. மல்லிகை போன்ற நறுமணமுள்ள ஆவியாகும் தைலங்களை நீராவியால் காய்ச்சி வடிக்கும் போது அவற்றின் மணம் கெட்டுவிடும். எனவே, இத்தகைய தாவரங்களின் பூவிதழ்கள் தூய்மைப்படுத்திய கொழுப்புடன் சேர்த்து மூன்று நாள்கள் வரை வைக்கப்படுகின்றன. இதனால் பரப்புக் கவர்ச்சியினால் ஆவியாகும் தைலங்கள் கொழுப்பினால் ஈர்க்கப்படுகிறது. பின்னர் கொழுப்பை எத்தனாலுடன் சேர்ந்து ஆவியாகும் தைலங்கள் கொழுப்பிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. பெட்ரோலியம் ஈதர், பென்சீன் போன்ற கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்தியும் கரைப்பானால் சாறு வடித்தல் (solvent extraction) முறையிலும் ஆவியாகும் தைலங்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

அடர்த்தி, ஒளிசுழற்சித் திறன், ஒளிவிலகல் எண் போன்ற இயல்பியல் அலகுகள் ஆவியாகும் தைலங்களைத் தரமறியப் பயன்படுகின்றன. இத்தைலங்கள் பல நூற்றாண்டுகளாக இந்தியாவில் தயாரிக்கப்பட்டு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. இயற்கை மூலங்களிலிருந்து பெறப்படும் ஆவியாகும் தைலங்கள் அதிக விலையுள்ளதாக இருப்பதால் செயற்கை ஆவியாகும் தைலங்களைத் தயாரிக்கும் முயற்சி மேற்கொள்ளப் பட்டது. ஜெரானியால், சிட்ரால், லின்லால் அசெட்டேட் போன்றவை செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை இயற்கைத் தைலங்களுடன் கலக்கப் பட்டு விற்பனை செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறு கிடைக்கும் செயற்கைத் தைலங்களின் மணம்

ஆவியாகும் இயற்கைத் தைலங்களின் மணத்தைப் போல் இருப்பதில்லை. இதற்கு இயற்கைத் தைலங்களில் இருக்கும் சில கண்டு பிடிக்கப்படாத கரிமச் சேர்மங்களே காரணமாக இருக்கும் என்று கருதப் படுகிறது.

பயன்கள். ஆவியாகும் தைலங்கள் அவற்றின் இனிய வாசனைக்காக மக்களால் பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன. இவை நறுமணமூட்டிகளாகவும், சவர்க்காரம் மற்றும் முகப்பொடி போன்ற அழகு சாதனப் பொருள்களிலும் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை தோல், வணணப்பூச்சு, ரப்பர் போன்றவற்றிற்குக் கரைப்பானாகவும் இவற்றின் இயல்பான தீய நாற்றத்தைப் போக்குவனவாகவும் பயன்படுகின்றன. ஆவியாகும் தைலங்களில் பல, மருந்துப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் பயனாகின்றன.

வ.ந. வேதாந்ததேசிகன்

நூலோதி

Finar I.L., Organic Chemistry, Fifth Edition, ELBS, London, 1982.

ஆவியாதல்

நீர்ம நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருள் ஆவிநிலைக்கு மாறும் செயல்முறைக்கு ஆவியாதல் (evaporation) என்று பெயர். செறிவான நிலையில் உள்ள பொருள்கள் ஈர்ப்பு விசையால் அருகில் ஒன்றோடொன்று நெருங்கி அமையும். அதே நேரத்தில் இந்த ஈர்ப்பு விசைக்குச் சமமான விலக்கு விசைகளும் செயல்பட்டுப் பொருள்களின் மூலக்கூறுகளை ஒன்றோடொன்று பிரிந்து இருக்குமாறும் செய்யும். ஈர்ப்பால் ஏற்படும் நிலையாற்றலை இயக்கஆற்றலால் சமப்படுத்தினால், பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள், பொருளிலிருந்து பிரிந்து விடுதலையாகித் தப்பித்துக் கொள்ள முயல்கின்றன. இப்படித் தப்பித்துக் கொள்ள வைக்கும் இயக்க ஆற்றல், வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறும். ஒவ்வொரு வெப்பநிலையிலும் குறிப்பிட்ட பகுதி மூலக்கூறுகள் வெளியேறவல்ல இயக்க ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. இவை பொருளின் தளத்திலிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனில் இந்நிகழ்ச்சி நடக்கும்போது கீழ் வரும் சமன்பாடு மூலக்கூறுகளின் நடத்தையை விளக்கும்.

$$\frac{n_v}{n_l} = e^{-\Delta E/RT}$$

இங்கு, n_v என்பது ஆவியின் ஒரு மில்லி லிட்டரில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையாகும்; n_l என்பது நீர்மத்தின் ஒரு மில்லி லிட்டரில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையாகும். ΔE என்பது நீர்மத்துக்கும் வளிமத்துக்கும் உள்ள மோலார் அக ஆற்றலின் வேறுபாடு; R என்பது வளிம மாறிலி; T என்பது தனிநிலை வெப்பநிலை; இது Kஇல் அளக்கப்படும்.

அதிக அளவு இயக்க ஆற்றல் பெற்றுள்ள மூலக்கூறுகள் நீர்மத்திலிருந்து ஆவியாகின்றன. எனவே, எஞ்சியுள்ள மூலக்கூறுகளின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் குறையும். இதனால் வெப்பநிலையும் தாழும். வெப்ப நிலையை மாறாமல் இருக்கச் செய்ய நீர்மத்துக்கு நாம் வெப்பமூட்டவேண்டும். ஆவியாதல் மாறாப் பருமனில் எப்போதுமே நிகழ்வது இல்லை. ஆனால் அது மாறாத அழுத்தத்தில் நிகழ்கிறது. மாறா அழுத்தத்தில் நீர்மத்தின் ஒரு மோல் அளவை ஆவியாக்கத் தேவையான ஆற்றலின் அளவு மோலார் ஆவியாதல் உள்ளுறை வெப்பம் எனப்படும். இதை ΔH என்ற குறியீட்டால் குறிப்பர். வெப்ப இயங்கியலின் முதல் விதியின்படி இது நீர்மத்தின் அக ஆற்றலுக்குச் சமமாகிறது. $\Delta H = \Delta E + P\Delta V$ இங்கு. $P\Delta V$ என்பது ஆவி செய்த பணி; $\Delta V = V_{வளிமம்} - V_{நீர்மம்}$; இந்தப் பணி வளி மண்டல அழுத்தமான Pக்கு எதிராக நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஒரு நீர்மத்தின் மோலார் பருமனுடன் ஆவியின் மோலார் பருமனை ஒப்பிடும்போது முன்னது தள்ளத் தக்கதே. எனவே, வளிமம் கருத்தியலான வளிம விதியை முதல் தோராய அளவிற்குப் பின்பற்றும். எனவே, ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம், $\Delta H = \Delta E + RT$ எனவே, இது வெப்பநிலை சார்ந்தது என்பதை அறிகிறோம். இது இயல்புக் கொதிநிலையில் வெப்ப அளவியைக் (calorimeter) கொண்டு அளக்கப்படுகிறது. ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாத நீர்மங்களின் ஆவியாதல் உள்ளுறை வெப்பம் டிரவுட்சன் விதியால் தரப்படும். டிரவுட்சன் விதி $\Delta H/T_b = 22$ ஆகும். இங்கு ΔH கலோரிகளில் அளக்கப்படுகிறது. T_b இயல்புக் கொதிநிலை நிகழும் வெப்பநிலை. இது தனி நிலை வெப்பநிலை அளவுகோலில், அதாவது, K இல் அளக்கப்படும்.

ஆவியாதல் வேகத்தைக் கீழ் உள்ள கூறுகள் பாதிக்கின்றன. அவையாவன, நீர்மத்துக்குத் தரப்படும் வெப்பஅளவின் வேகம், நீர்மம் கலக்கப்படும் வேகம், நீர்மத்தின் பரப்பில் உள்ள ஆவி வெளியேற்றப்படும் வேகம் ஆகியனவாகும். திண்மநிலையில் இருக்கும் பொருள் நேரடியாக ஆவி நிலைக்கு மாறும் செயல்முறையை அறியக் காண்க, பதங்கமாதல்.

காண்க, குளிர்த்தும் கோபுரம்; ஆவியாக்கக் கலன்; ஆவிகடத்தல்; வெப்பப் பரிமாற்றி; ஈரப்பதமூட்டல்; நீர்மம்; ஆவி அழுத்தம்.

உலோ. செ.

ஆவி விளக்குகள்

ஒரு கண்ணாடிக் குழாய், குழல் (tube), குமிழ் (bulb) ஆகியவற்றினுள்ளே ஆவி (vapour) குறைந்த அழுத்

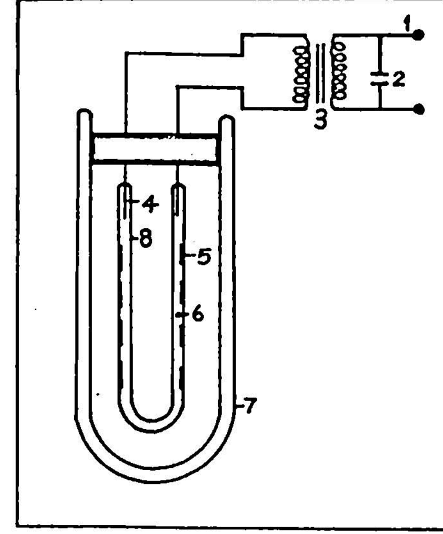
தத்தில் (low pressure) அடைக்கப்பட்ட நிலையில், அந்த ஆவியினூடே சூடான எதிர்மின்முனைகளைக் (hot catode) கொண்டு மின்போக்கை (electric discharge) ஏற்படுத்த, அதனால் ஒளிரும் விளக்கு, ஆவி விளக்கு (vapour lamp) எனப்படும். இதற்கு, வளிம மின்னிறக்க விளக்கு (gasseous discharge lamp) என்ற பெயரும் உண்டு.

ஆவி விளக்குகளில் முக்கியமானவை, சோடியம் ஆவி விளக்கு, பாதரச ஆவி விளக்கு, வெண்சுடர் ளக்கு, நியான் சுடர் விளக்கு (neon glow lamp) ் ன்பவை ஆகும்.

ஆவி விளக்குகள் எதிர்மைத் தடைச் சிறப்பியல்பு (negative resistance characteristics) உடையவை. எனவே, மின்னோட்டம் கூடும்போது இவ்விளக்குகளின் தடை குறைகிறது.இதனால் இவற்றில் எப்போதும் ஒரு மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவியமைப்பு இருக்கும்.இல்லாவிட்டால் இத்தகைய விளக்குகள் மின்னோட்டம் கூடும்போது வரம்பற்ற உயர் மின்னோட்டத்தால் எரிந்து குலைவுறும். இந்த மின்னோட்டம் கட்டுப்படுத்தும் உறுப்பு, விளக்கிற்கு வெளியில் அமையும். நேர்மின், மாறுமின் அமைப்புகளில் தடைவகை அமைப்பு பயன்படுகிறது. அதனால் இவற்றில் நிறைய ஆற்றல் வீணாகும். எனவே, ஆவி விளக்குகளில் தூண்டம் அல்லது கொண்மி அமைப்புகள் தடையினும் மேம்பட்டன; திறமை மிக்கன. இதற்கு வெறும் மின்னடைகள் (chokes) மட்டுமோ மின்மாற்றியுடன் அமைந்த கொண்மி அணியோ பயன்படுகிறது. முன்னது போதுமான மின்னழுத்தம் உள்ள போதும், பின்னது மின்னழுத்தம் அதிகமாக வேண்டிய போதும் பயன்படும். காண்க, ஒளிர்வூட்டல் (illumination).

சோடியம் ஆவி விளக்கு (sodium vapour lamp) இது சுடு எதிர்மின்முனைச்கும், நேர்மின்முனைக்கும் இடையில் நிகழும் மின்போக்கினை (electrical discharge) அடிப்படையாகக் கொண்ட விளக்காகும் (படம் 1). நேர்மின் கம்பம் என்பது ஆவியின் அழுத்தம் 10 மி.மீ பாதரசம் அல்லது அதற்குக் கீழுள்ளபடிக் குறைக்கப்படும்பொழுது நேர்மின்முனையிலிருந்து (anode) புறப்படும் ஒளிச்சால்வரிகளைக் (striations) குறிப்பிடுகின்றது. மின்போக்கு நிகழும் ஆவியின் தன்மையைப் பொறுத்து இக்கம்பம் வெவ்வேறு நிறங்களைக் கொண்டிருக்கும்.

படம் 1இல் குறிப்பிட்டுள்ளபடி இவ்விளக்கில் ஒரு ப வடிவ மின்போக்குக் குழாயின் இருமுனைகளிலும் இரண்டு மின்முனைகள் (electrodes) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். குழாயின் உட்சுவரில் சோடியத் துணுக்குகள் ஒட்டப்பட்டிருக்கும். 10 மி.மீ பாதரச அழுத்தத்தில் மிகக் குறைந்த அளவு நியான் வளிமமும் உள்ளே இருக்கும். இந்த வளிமம் மின்போக்கினைத் தொடங்கி மிகைநிரப்பியாகச்(booster)



படம் 1. சோடிய ஆவி விளக்கு

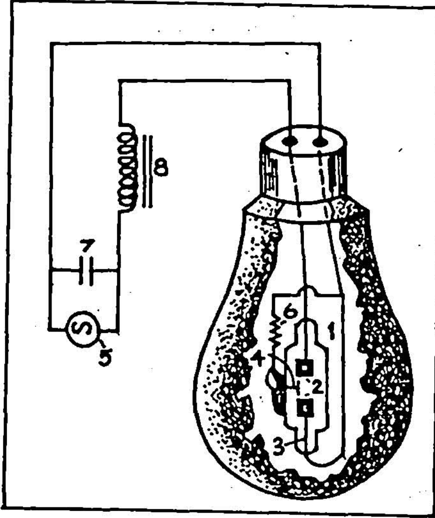
1. மின்னோட்டம் 2. மின்கொண்மி 3. மின்மாற்றி 4. மின்முனைகள் 5. சோடியத் துணுக்குகள் 6. நியான் ஆவி 7. இரு சுவர் வெற்றிடக் கண்ணாடிக் குழல் 8. ப-வடிவ மின்போக்குக் குழல்.

செயலாற்றுகிறது. இவ்விளக்கு சுமார் 300°C இல் நல்ல ஒளித்திறனைக் (luminosity) கொடுக்கிறது. 300°C க்குக் குறைவாக வெப்பநிலை செல்லுமானால் விளக்கின் ஒளித்திறன் குறையும். ஆகவே வெப்பத்தைச் சமச்சீரான நிலையில் வைத்துக் கொள்வதற்காக மின்போக்குக் குழாயைச் சுற்றிலும் ஓர் இருசுவர் வெற்றிடக் (vacuum) கண்ணாடிக் குழாய் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்போக்கினைத் தொடங்குவதற்கு ஏறத்தாழ 400 வோல்ட் மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. இதைக் கசிவு மின்மாற்றி (leak transformer) அளிக்கிறது.

மின்போக்கு, தொடக்கத்தில் நியான் (neon) வளிமத்தின் வழியாக ஏற்படுவதால், அவ்வளிமத்தின் இயல்புக்கேற்ப விளக்கின் ஒளி சிவப்பாகவே இருக்கும். இம்மின்போக்கில் தோன்றும் வெப்பம் சோடியம் உலோகத்தை ஆவியாக்கும், அதன் பின்னர் மின்போக்கு, சோடியம் ஆவி வழியாக நிகழ்ந்து நல்ல மஞ்சள் நிற ஒளியை அளிக்கிறது. இந்த நிலையில் விளக்கிற்கு 230 வோல்ட் மின்னழுத்தம் போதும்.

பயன்கள். சோடியம் ஆவி விளக்கு ஆய்வகங்களில் ஒருநிற ஒளிமூலமாகவும் (monochromatic source), கடைகளிலும் பொதுச் சதுக்கங்களிலும் காட்சி அடுக்குகளை ஒளியூட்டுவதற்காகவும், தெரு விளக்காகவும் பயன்படுகிறது.இது குறைந்த செலவில் நிறைந்த ஒளியைத் தரும் சிறந்த விளக்காகும்.

பாதரச ஆவி விளக்கு. (mercury vapour lamp). இது ஓர் எதிர்மின்முனை நேர்மின் கம்ப மின்போக்கினை அடிப்படையாகக்கொண்டு இயங்குகிறது (படம் 2). ஏறத்தாழ 600°C வெப்பநிலையில் இது செயலாற்றுகிறது. படத்தில காட்டியுள்ளபடி இதன் உட்குழாயில் சிறிதளவு பாதரசமும் சுமார் 10 மி.மீ. பாதரச அழுத்தத்தில் ஆர்கான் (argon) வளிமமும் உள்ளன. இக்குழாயின் இருமுனைகளிலும் இரு முதனிலை மின்முனைகளும் (electrodes) ஒரு முனையில் ஒரு தொடக்கி மின்முனையும் (starting electrode) உள்ளன. இக்குழாய் வெற்றிடக் குமிழ் (tube) ஒன்றினால் சூழப்பட்டுள்ளது. தொடக்கி மின்முனை ஆர்கான் வளிமத்தின் வழியே மின்போக்கினைத் தொடங்குவதற்குத் துணைபுரிகின்றது. சற்று நேரத்தில் பாதரசமானது ஆவியாகி மின்போக்கினை நிலைநிறுத்திச் செறிவுமிக்க ஒளியைத் தருகிறது. இது குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் செயற்படுவதால் இதற்குத் தேவையான மின்னழுத்தம் தக்கதொரு மின்அடை வழியே தரப்படுகிறது. இவ் விளக்கின் ஒளி, புற ஊதா(ultra violet), ஊதா(blue), பச்சை ஆகிய நிறங்களில் வளமை உடையதாய் உள்ளது. இவ்வொளியில் காணப்படும் பொருள்கள் சாம்பல் வண்ணம் பூசியவாறு தோற்றமளிக்கும். காண்க, பாதரச ஆவி விளக்கு.

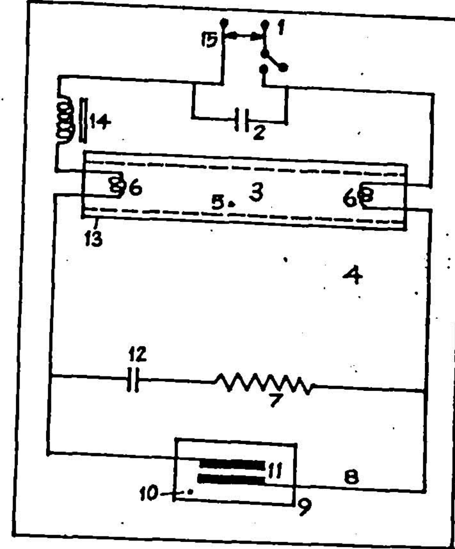


படம் 2. பாதரச ஆவி விளக்கு

1. வெற்றிடம் 2. முதனிலை மின்முனைகள் 3. பாதரச, ஆர்கான் வளிமம் 4. தொடக்கி மின்முனை 5. மாறு மின்னோட்டம் 6. மின்தடை 7. மின்தேக்கி 8. மின்அடை

பயன்கள். இவ்விளக்குகள் தெரு விளக்குகளாகவும், பொதுவிடங்கள், மன்றங்கள், சோலைகள் ஆகிய இடங்களிலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

வெண்சுடர் விளக்கு (flourescent lamp). பாதரச ஆவி விளக்குகளில் கண்ணுக்குப் புலனாகாத புற ஊதாக் கதிர்கள் பயனற்றுப் போகின்றன(படம் 3). ஆனால் இவ் விளக்குகளின் உட்புறச் சுவர்களில் துத்தநாகச் சல்ஃபேட்டு, காட்மியம் போரேட்டுப் போன்ற ஒளிர் பூச்சுகள் பூசப்பட்டிருப்பதால் அப்பூச்சுகள் புற ஊதா ஒளியைக் கண்ணுக்கினிய வண்ணக் கலவையாக மாற்றுகின்றன. அப் பூச்சுகள் தன்னொளிர் பூச்சுகள்(phosphors)எனவும்அழைக்கப் பெறுகின்றன.எடுத்துக்காட்டாக,கால்சியம் டங்ஸ்டேட்டு (calcium tungstate) நீல நிறத்தையும், துத்தநாகச் சிலிக்கேட்டு(zinc silicate) பச்சை நிறத்தையும், காட்மியம் போரேட்டு (cadmium borate) வெளிர் சிவப்பு (rose) நிறத்தையும், காட்மியம் சிலிக்கேட்டு (cadmium silicate) மஞ்சள் வெளிர் சிவப்பு நிறத்தையும் கொடுக்க வல்லவை.



படம் 3. வெண்சுடர் விளக்கு

1. மாறு மின்னோட்டம் 2. மின்தேக்கி 3. ஒளிர்பூச்சு 4. அழுத்தத்தில் 5. பாதரசம் 1 மி. மீ 6. டங்க்ஸ்டன் மின்வாய்கள் 7. மின்தடையம் 8. முன் வெப்பத் தொடக்கி 9. கண்ணாடிக் குமிழ் 10. ஹீலியம் வாயு 11. உலோகக் கீற்றுகள் 12. மின்தேக்கி 13. கண்ணாடிக் குழாய் 14. மின் அமுக்கி 15. மின்னோட்ட முனைகள்

படம் 3 இல் காட்டியபடி இவ்விளக்கு ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயைக் கொண்டது. இதன் உட்புறச் சுவரில் தேவையான மின்னி பூசப்பட்டிருக்கும். குழாய்க்குள் சிறிதளவு பாதரசமிடப்பட்டுச் சுமார் 1 மில்லி மீட்டர் பாதரச அழுத்தத்தில் அதன் இரு முனைகளும் பற்றாசிடப் பட்டிருக்கும் (brazed). அங்கே தடித்த டங்ஸ்டன் கம்பியாலான இரு மின்முனைகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்த மின்

முனை முன்வெப்பத் தொடக்கியின் மூலமாக இரண்டு அல்லது மூன்று நொடிகள் சூடேற்றப்படும். இச் சமயத்தில் மின்னோட்டமானது மின்முனை களை வெப்பப்படுத்திச் செஞ்சூடேற்றுகிறது. இந் நிலையில் குழாயின் வழியாக மின்போக்கு நிகழ் கிறது. முன்வெப்பத் தொடக்கி (preheating starter) சுடர் வகைத் (glow type) தொடக்கியாகும். சிறு கண்ணாடிக் குமிழ் ஒன்றினுள் ஹீலியம் (helium) வளிமம் நிரப்பப்பெற்ற இரு உலோகக் கீற்றுகள் (strips) உள்ளன. இணைப்பு மாற்றி(switch) இயக்கப் படும்பொழுது உலோகக் கீற்றுகளிடையே ஒரு மின் போக்கு நிகழும். இந்த மின்போக்கின் பயனாய் உலோகக் கீற்றுகள் சூடேற்றப்பெற்று வளைந்து ஒன்றையொன்று தொடுகின்றன. இதன் பயனாய் அவற்றிடையே மின்போக்கு, தடைப்பட்டு அவை குளிர்ந்து விலகுகின்றன. ஆயினும் இதற்குள் டங்ஸ்டன் மின்முனை சூடேற்றப்பட்டு அவற்றிற் கிடையே மின்போக்கு நிகழ்வதால் விளக்கு செய லாற்றத் தொடங்குகிறது. தொடக்கிச் சுற்றில் அமைந்த மின்கொண்மி யானது (condensor) வானொலிக் குறுக்கீடுகளுக்கு (radio interferences) மாற்றுவழி யாக (alternate path) அமைகிறது. இந்த மின்கொண்மி தொடர் இணைப்பாக உள்ள மின் தடையம் (சுமார் 100 ஓம் அளவு) உலோகக் கீற்று கள் உருகி ஒன்றோடொன்று இணைந்து போகா வண்ணம் தடுக்கிறது. மின்அடை (choke) ஒரு மின் னோட்ட வரம்பு படுத்தி யாகச் (current limitter) செயற்படுகிறது. மின்னழுத்த முனைகளுக்கிடையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்கொண்மியானது திறன் கூறைத் (power factor) திருத்துகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட மின்திறன் செலவுக்கு இழை விளக்கு களைவிட வெண்ணொளிர் விளக்குகள் அதிக ஒளித் திறனைத் (luminosity) கொண்டிருப்பது அவற்றின் சிறப்பாகும். அவை பகல் ஒளிக்கு (day light) ஒப் பாகவும், கூசொளி (glare) இல்லாமலும் ஒளிரும் திறன் பெற்றவை.

பயன்கள். இல்லங்கள், கடைகள், தெருக்கள், பொதுவிடங்கள், ஆகிய எல்லா இடங்களிலும் அவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுரங்கங்களிலும், அறுவை சிகிச்சைக்கும் மற்றும் வரைபட அலுவலகங் களில் நகல் (copy) எடுக்கவும் இவை உதவுகின்றன.

கொடுமுடி. இரா. மணிவாசகம்

ஆவினம், கால்நடைகளின் நோய்த் தடுப்பு மருந்துகளும் பயன்களும்

கால்நடைகள் மனிதர்களின் உணவு, உழைப்புத் தேவைகளை நிறைவேற்றி வருவதோடல்லாமல், கறகாலம் முதற்கொண்டு இன்றுவரை மனிதர்கள் அடைந்துள்ள நாகரிக முன்னேற்றத்துக்கும் உறு துணையாய் அமைந்துள்ளன. இன்றும் நாட்டுப் புறங்களில் வாழும் 70 விழுக்காடு மக்களின் பொருளாதார மேம்பாட்டிற்குக் கால்நடைகள் அச்சாணிபோல் விளங்குகின்றன.

கால்நடைகளை நோய்கள் அணுகாவண்ணம் உடல் நலத்தைப் பேணிக் காக்கவல்ல முறைகளைக் கண்டறிய மக்கள் முயன்றனர். நுண்ணுயிர், நச்சுயிர் முதலிய நுண்ணுயிரிகளால் ஏற்படும் நோய்களைத் தடுப்பு ஊசி போடுவதன் மூலம் கால்நடைகளை அந்நோய்கள் அணுகாமல் தடுக்கலாம். இந்நோய்கள் வந்தபின் அவற்றை மருந்துகளால் குணப்படுத்துவது எளிதன்று. பல நோய்களுக்கு மருந்துகளும் இல்லை. ஆகவேதான் நோய் வருமுன் கால்நடைகளைக் காக்க முயலவேண்டும்.

கொடிய நோய்களிலிருந்து கால்நடைகளைக் காக்க உயிரின மருந்துகள் (biologicals) தேவைப்படு கின்றன. 1932 ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர் சென்னை மாநில அரசுக் கால்நடைப் பராமரிப்புத் துறையினர் கால்நடைகளைப் பாதுகாக்கத் தேவையான உயிரின மருந்துகளை உத்தரப்பிரதேச மாநிலத்தில் (U.P.) முக்தேஸ்வர் (Mukteswar) என்னுமிடத்தில் நிறுவப் பட்டுள்ள இந்திய கால்நடை ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் (Indian Veternary Research Institute) இருந்து பெற்று வந்தனர். இவ் விடம் தமிழ்நாட்டில் இருந்து 1500 மைல் தொலைவில் இருப்பதால் நமது மாநிலத்திற்குத் தேவையான உயிரின மருந்துகள் வேண்டிய அள வில் குறித்த நேரத்தில் கிடைப்பது அரிதாயிற்று. மாடுகளுக்குக் காணும் தொத்து நோய்களில் மிகவும் ஆபத்தான வெக்கை நோய் சென்னை மாநிலத்தில் கால்நடைகளைக் கடுமையாகத் தாக்கிய காலமது. இந்நோயிலிருந்து கால்நடைகளைக் காக்கத் தேவை யான உயிரின மருந்துகளை நமது மாநிலத்திலேயே தயாரிப்பதன் மூலம் சிறப்பான முன்னேற்றம் காண லாம் எனக் கருதிய மாநில அரசு வெக்கை நோய்த் தடுப்பு மருந்தைச் சென்னையிலேயே தயாரிக்க முடிவு செய்தது. அதன் விளைவாக ஊனீர் நிலையம் (Serum Institute) என்ற பெயரில் இந்நிலையம் தொடங்கப்பட்டு இயங்கத் தொடங்கியது.

இந்நிலையத்தில் தயாரிக்கப்பட்ட உயிரின மருந்து மிகத்திறன் வாய்ந்ததாக இருந்தது. மேலும் முக்தேஸ்வர் ஆராய்ச்சி நிலையத்திலும்,ஏனைய நிலை யங்களிலும் இம்மருந்து தயாரிக்க ஆகும் செலவினை விடச் சென்னை ஊனீர் நிலையத்தில் குறைந்த செல வில் இம்மருந்து தயாரிக்கப்பட்டது. அரசு இந்நிலை யத்தை நிரந்தர நிறுவனமாக்கியது. இந்நிலையத்தில் செய்யப்பட்ட பல ஆராய்ச்சியின் விளைவாக ஏனைய உயிரின மருந்துகளும் தயாரிக்க முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டு நாளாவட்டத்தில் மாட்டினங்களைத் தாக்கும் தொண்டை அடைப்பான், சப்பைநோய், தாரை நோக்காடு முதலிய நோய்களுக்கும் தடுப்பு

மருந்துகள் தயாரிக்கப்பட்டன. 1942 ஆம் ஆண்டு நடந்த உலகப் போரின் விளைவால் கோவை மாநகருக்கு இந்நிலையம் மாற்றப்பட்டு அங்கு ஆறு ஆண்டுகள் பணி புரிந்தது.

1948 ஆம் ஆண்டு இந்நிலையம் இராணிப் பேட்டைக்கு மாற்றப்பட்டது. சுமார் 129 ஏக்கர் நிலப்பரப்புடைய இந்நிலையத்தின் கட்டடங்கள் தொடக்கத்தில் இறைச்சி உலர்த்தும் தொழிற்சாலைக்காக இந்திய அரசினால் ஏற்படுத்தப்பட்டது. ஊனீர் நிலையம் இவ்விடத்தில் பணி மேற்கொண்ட பிறகு இந்நிலையத்திற்குத் தேவையான கட்டட மாறுதல்கள் செய்யப்பட்டன.

1950ஆம் ஆண்டு இந்த நிறுவனம் கால்நடை உயிரின மருந்து, மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம் என்ற பெயரால் வழங்கப்பட்டுப் பிறகு 1954 ஆம் ஆண்டு கால்நடைத் தொத்துநோய்த் தடுப்பு மருந்து நிலையம் என்று பெயர் மாற்றம் செய்யப்பட்டது. இங்கு கால் நடை நோய் நீக்கும் மருந்துகள் தயாரிப்புப் பிரிவு (Pharmaceuticals division) ஒன்று ஏற்படுத்தப் பட்டுநல்ல முறையில் இயங்கி வருகிறது.

இந்நிலையத்தின் பணியை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, உயிரின மருந்துகள் மற்றும் நோய் நீக்கும் மருந்துகள் தயாரித்தல், நோய் ஆய்வு புது உயிரின மருந்துகள் உருவாக்கவும், ஏற்கனவே தயாரிக்கப்பட்டுவரும் உயிரின மருந்துகளின் தரத்தை உயர்த்தவும் ஆய்வு மேற்கொள்ளுதல் ஆகியனவாகும்.

இந்நிலையத்தில் தயாரிக்கப்படும் உயிரின மருந்துகள். மாடுகளுக்கான உயிரினத் தடுப்பு மருந்துகள். இவை, உறைநிலை உலர் வெக்கை நோய் ஆட்டுத் திசுத் தடுப்பு மருந்து (goat tissue rinderpest vaccine), உறைநிலை உலர் வெக்கை நோய்த்திசுவளர் தடுப்பு மருந்து, (tissue culture rinderpest vaccines) கோமாரி நோய்த் தடுப்பு மருந்து (foot-and mouth disease vaccine) நுண்ணுயிரித் தடுப்பு மருந்துகள் (bacterial vaccines), அடைப்பான் தடுப்பு மருந்து (anthrax spore vaccine) சப்பை நோய்த் தடுப்பு மருந்து (படிகாரச் சார்பு) (black quarter alum precipitated vaccine) தொண்டை அடைப்பான் தடுப்பு மருந்து (படிகாரச் சார்பு) (haemorrhagic septi aemia alum precipitated vaccine) தொண்டை அடைப்பான் தடுப்பு மருந்து (எண்ணெய்ச் சார்பு) haemorrhagic septicaemia oil adjuvant vaccine), தாரை நோக்காடு, தடுப்பு மருந்து, கருச்சிதைவுத் தடுப்புமருந்து (வகை 19) (brucella abortus strain 19 vaccine) கழலை நோய்த் (bovine lymphangitis vaccine) தடுப்புமருந்து என்பனவாகும்.

ஆடுகளுக்கான உயிரின மருந்துகள். இவை, ஆட்டு அம்மைத் தடுப்பு மருந்து (sheep pox vaccine), துள்ளு நோய்த் தடுப்பு மருந்து (enterotoxaemia vaccine), ஆட்டுத் தொண்டை அடைப்பான் தடுப்பு மருந்து (sheep pasteurellosis vaccine), கோமாரி நோய்த் தடுப்பு மருந்து, அடைப்பான் நோய்த் தடுப்பு மருந்து என்பனவாகும்.

கோழிகளுக்கான உயிரின மருந்துகள். இவை, உறைநிலை உலர் கோழிக்கழிச்சல் தடுப்பு மருந்து (கோம்ரோவ் வகை) (ranikhet disease vaccine komarov strain), உறைநிலை உலர் கோழிக்கழிச்சல் தடுப்பு மருந்து (raniket disease vaccine), உறைநிலை உலர் கோழி அம்மைத் திசுவளர் தடுப்பு மருந்து (cell culture fowl pox vaccine.), உறைநிலை உலர் புற அம்மைத் தடுப்பு மருந்து (pigeon poxvaccine), கோழிக் காலராத் தடுப்பு மருந்து (fowl cholera vaccine), மேரக்ஸ் நோய்த் தடுப்பு மருந்து (Marek's vaccine) என்பனவாகும்.

நாய்களுக்கான உயிரின மருந்துகள். இவை வெறி நோய்த் தடுப்பு மருந்து (rabies vaccine), நாயினக் குடும்ப நச்சுயிர் நோய்த் தடுப்பு மருந்து (canine distemper vaccine) என்பனவாகும்.

இந்நிலையத்தில் தயாரிக்கப்படும்; நோய் கண்டறிய உதவும் உயிரின மருந்துகள். இவை கருச்சிதைவு நோய் கண்டறியும் காப்பு மூல மருந்து (brucella abortus tube antigen), பாலில்கருச்சிதைவு நோய் கண்டறியும் காப்பு மூல மருந்து (brucella abortus milk ring antigen), பி. பி. எல். ஓ. நோய் கண்டறியும் காப்பு மூல மருந்து (P. P. L. O. antigen), சால்மோனெல்லா நோய் கண்டறியும் காப்பு மூல மருந்து (salmonella coloured antigen) இந்நிலையத்தில் தயாரிக்கப்படும் விளாவிகள் (diluents), சோடியம் பை-கார்போனேட் குளுக்கோஸ் விளாவி (sodium bi-carbonate glucose diluent), தாங்கும் கரைசல் (tris buffer), சோடியம் சிட்ரேட் விளாவி (sodium citrate diluent), உப்புநீர் (normal saline), தாங்கல் உப்புநீர் (buffer saline) என்பனவாகும.

இந்நிலையத்தில் தயாரிக்கப்படும் நோய் நீக்கு மருந்துகள்/ களிம்புகள். இவை, அயோடின் களிம்பு, (iodine ointment), சாலிசைலிக் அமிலக் களிம்பு (salicylic acid ointment), கந்தகக் களிம்பு (sulfur ointment), துத்தநாக ஆக்சைடு களிம்பு (zinc-oxide ointment)

உயிரினத் தடுப்பு மருந்துகளால் கால்நடைக்கு ஏற்படும் பயன்கள். இந்நிலையத்தில் தயாராகும் உயிரினத் தடுப்பு மருந்துகள் பலவகைகளில் பயன்படுகின்றன. கால்நடைகளுக்கு ஏற்படும் தொத்துநோய்களைத் தடுப்பதுடன் நோயினால் ஏற்படும் இறப்பையும் தடுக்கின்றன. கறவை மாடுகளில் இருந்து பால் கிடைக்கிறது. உழைக்கின்ற மாடுகளால் வேளாண்மைக்கும் போக்குவரத்திற்கும் வசதி ஏற்படுகிறது. நோயைத் தடுப்பதனால் பொருளாதாரச் சேமிப்பு ஏற்படுகின்றது.

வெள்ளாடுகளிலிருந்தும், செம்மறியாடுகளி லிருந்தும் இறைச்சியும், விலை மதிப்புள்ள தோல் உரோமம் போன்றவையும் கிடைக்கின்றன. மேலும் தோல் மற்றும் உரோமத்தை அயல் நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்வதன் மூலம் அந்நியச் செலாவணி கிடைக்கின்றது.

கோழிகளுக்கு ஏற்படும் நோய்களைத் தடுப்ப தன் மூலம் கோழிகள் இறப்பதைத் தடுக்கவும் அதன் உற்பத்தித் திறனை மேம்படுத்தவும் முடிகிறது. அதன் பயனாக மக்களும் கோழி இறைச்சி, சத்துள்ள முட்டை, உயிரின மருந்துகள் முதலியவற்றைப் பெற முடிகிறது.

ஆழ் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்

மூலக்கூறு (molecule) சுழற்சியாலும், அவற்றின் சுழற்சியால் ஏற்படும் அதிர்வாலும், ஆற்றல் அடி நிலையில் மூலக்கூறுகளுக்கு மாற்றம் ஏற்படும். இம் மாற்றத்தை ஏற்படுத்த மூலக்கூறுகள் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை (infra red rays) 10-200 செ. மீ$^{-1}$) உட்கவர்ந்து கொள்கின்றன. மேலும் மூலக்கூறு அதிர்வினால் ஏற்படும் ஆற்றல் மாற்றம் அகச் சிவப்பு (அ) ஆழ் அகச்சிவப்பு அதிர்வெண் நெடுக் கத்தில் அமையும்போது அதன் மின்முனைத் திருப்பு மையில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. இதன் எண் மதிப் பில் ஏற்படும் மாற்றம், உட்கவர் செறிவைக் கொடுக் கும். திண்மம், நீர்மம், வளிமம் ஆகியவற்றை ஆரா யவும், என்ட்ரோபி, மற்றும் வெப்ப ஏற்புத்திறனை மதிப்பிடவும் இம்முறைகள் பயன்படுகின்றன. அணுக் கருக்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு போன்றவற்றை ஆராய, ஆழ் அகச் சிவப்பு நிறமாலையியல் பயன் படுகின்றது. மூலக்கூறு தொகுதிகளை இனமாக வகுத்தமைக்கவும், விசைமாறிலி (force constant), மற்றும் மூலக்கூறு கட்டமைப்புகளை உறுதிசெய்ய வும் இம்முறைகள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

மூலக்கூறு சுழற்சி மாற்றத்திற்கான ஆற்றல் உட் கவர்பட்டை ஆழ் அகச்சிவப்பு அதிர்வெண் நெடுக் கையில் அமைகிறது. செர்னி (Czerny) என்பவர் HCl HBr, HI மூலக்கூறுகளுக்குப் பல்வேறு உட்கவர் பட்டைகளைக் கண்டறிந்தார். இவை 120 மைக் ரானிலிருந்து 44 மைக்ரான் வரை உள்ளன. இவற் றின் மதிப்பை முறையே

(HCl) க்கு $\gamma = 20.811\ m - 0.001814\ m^3$
$(m = 4,6,7,8,9,10,11)$

(HBr) க்கு $\gamma = 16.7092\ m - 0.001457\ m^3$
$(m = 5,6,7,10,12,13,14)$

(HI) க்கு $\gamma = 12.840\ m - 0.00082\ m^3$
$(m = 6,7,8,9)$

என்ற சமன்பாடுகளினால் குறிப்பிட முடியும். m இன் மதிப்பு முழு எண்ணாக அமைவதால் பட்டை களின் அதிர்வெண் வேறுபாடு சமமாகவே அமை யும். ஆனால் m^3 மதிப்பு, அதிர்வெண் வேறுபாடு சமமன்று என்பதையும் காட்டுகிறது H_2O, NH_3 மூலக் கூறுகளும் ஆழ்அகச்சிவப்பு உட்கவர்பட்டைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

கோட்பாடு. d என்ற இடைத்தொலைவுடன் இரு அணுக்களைக் கொண்ட ஒரு மூலக்கூறுத் தொகுதி, அதன் புவிசார்ப்பு மையத்தின் வழியாகச் செல்லும் அச்சைப் பொறுத்துச் சுழலும்போது, ω கோணத்திசை வேகத்தையும், I நிலைமத்திருப்புமை யையும் குறிப்பதாகக் கொண்டு m_1 மேலும் m_2 முறையே அணுக்களின் நிறையையும் r_1 மேலும் r_2 அவை அச்சிலிருந்து அமைந்த தொலைவையும் குறிப் பிட்டால்

$$m_1 r_1 = m_2 r_2$$

$$I = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 \text{ (அ) } I = \frac{d^2m_1m_2}{m_1+m_2} \text{ (அ) } I = \mu d^2$$

இங்கு $\mu = \frac{m_1\ m_2}{m_1 + m_2}$ - சுருக்க பொருண்மையைக் (reduced mass) குறிக்கும்.

$P_\varphi = I\,\omega$ மூலக்கூறின் கோண உந்தத்தைக் குறிக் கும்; $P_\varphi = mrh/2\pi$ என்ற குவாண்டம் வரையறை யைப் பயன்படுத்தி,

$\omega = P_\varphi / I = \frac{mrh}{2\pi I}$ என எழுதலாம். மேலும் மூலக் கூறின் இயக்க ஆற்றல், $Er = 1/2\ I\omega^2 = 1/2\ mr^2 (h/2\pi)^2 = (h^2/8\pi^2 I)\ mr^2$ சுழற்சி ஆற்றல் mr = 0, 1, 2, 3 என அமையும்போது குவாண்டப்படுத்தப்படு கிறது.

Er_1, mr_1 என்ற நிலைக்கு ஆற்றலையும்,

Er_2; mr_2 என்ற நிலைக்கு ஆற்றலையும் குறிப்பிட் டால் $h\gamma r = Er_1 - Er_2 = h^2/8\pi^2 I\ (mr_1^2 - mr_2^2)$. இங்கு γr நிறமாலைக் கோட்டின் அதிர்வெண்ணாகும்.

இதன் மதிப்பு $h/8\pi^2 I\ (mr_1+mr_2)\ (mr_1 - mr_2)$

$$\gamma_r = h/8\pi^2 I\ (mr_1 + mr_2)\ \Delta mr$$

இங்கு, $\Delta\ m\gamma = (mr_1 - mr_2) = \pm 1$

(+) உட்கவர்தலையும், (-) வெளியிடுதலையும் குறிக் கும். உட்கவர்தலை மட்டும் கணக்கீட்டில் எடுத்துக் கொள்ளும்போது $\gamma_r = (h/8\pi^2 I)\ (2mr + 1)$ இந்தத் தொடர்வு சம அதிர்வெண் இடைவெளியுடைய நிற மாலைக் கோடுகளைக் குறிக்கும். $h/8\pi^2 I$ இன் பெருக் கற்பலனாக அது அமையும். இக்கோட்பாட்டின் முறைமைத் தகுதியை நாம் ஆய்ந்துகொள்ள முடியும்.

இத்தொடர்பிலிருந்து HCl மூலக்கூறுக்கு, மூலக் கூறு சுழற்சியினால் மட்டும் ஏற்படும் அலைவு எண் $\gamma = 20.8m$ செ. மீ. $^{-1}$ என நிறுவலாம். $\gamma = \frac{\gamma}{C}$ ஆகையால் $\gamma_r = 20.8 \text{ m x c } (m = 1, 2, 3 \ldots\ldots\ldots)$ ஆகவே, $d\gamma_r = h/4\pi^2 I = 20.8C$ இதிலிருந்து I இன் மதிப்பைக் கணக்கிட முடியும்.

$$I = h/4\pi^2 \; 20.8C$$

$$I = \frac{6.55 \times 10^{-27}}{4\pi^2 \times 20.8 \times 3 \times 10^{10}} = 2.66 \times 10^{-4}$$

கி. (செ. மீ)^2

$$I = \frac{m_1 \; m_2}{m_1 + m_2} \; d^2.$$

m_1 அய்ட்ரசன் அணுவின் நிறை $= 1.65 \times 10^{-24}$கி. m_2 குளோரின் அணுநிறை $= 5\,86 \times 10^{-23}$கி. எனக் கொண்டு $d = \left(\frac{Im_1 m_2}{m_1 + m_2}\right)^{\frac{1}{2}}$ இல் மதிப்பிட $d = 1.286 \times 10^{-8}$ செ. மீ. எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இம்மதிப்பு மற்ற முறைகளிலிருந்து கிடைக்கப்பட்ட மதிப்புடன் ஒத்திருக்கின்றது. ஆகையால் ஆழ் அகச்சிவப்பு உட்கவர்பட்ட, மூலக்கூறுகள் குறிப்பிட்ட அச்சைப் பொறுத்துச் சுழல்வதால் மட்டுமே ஏற்படுகிறது என அறியலாம். குவாண்டம் வரையறைகளும் உறுதிப்படுத்தப்படுகின்றன என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கதாகும். I இன் மதிப்பு சுழற்சி வேகத்தைப் பொறுத்து மாறும் என்ற அடிப்படையில் திருத்தத்திற்கான காரணத்தையும் அறியலாம். அகச்சிவப்பு நிறமாலை நெடுக்கம் 4000-208 செ. மீ. $^{-1}$ வரை உண்டு என்றும், ஆழ்அகச்சிவப்பு நிறமாலை நெடுக்கம் IUPAC இன் வரையறைப்படி 10-200 செ. மீ. $^{-1}$ வரை அமையும் என்றும் தெரிய வரும்

அகச்சிவப்பு நிறமாலை ஒளியியல் மானிகள் செயல்படும் விதத்தைக் கீழ்க்காணும் படம்குறிப்பிடுகின்றது.

கதிர்வீச்சு மூலம்	ஆய்வுப் பொருள்	ஒருநிற ஒளி மீட்டர்
தடங்கண்டு காட்டல் கருவி	பெருக்கி	பதிவு செய்யும் கருவி

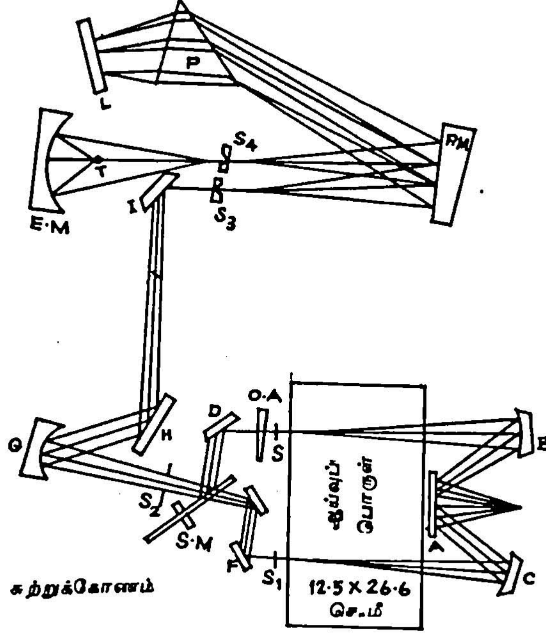
கதிர்வீச்சு மூலங்களாக நெர்ன்ஸ்ட் சுடரி குளோபர் (Nernst glower) தண்டு மேலும் உயர் அழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பாதரச ஆவி விளக்குகள் பயன்படுகின்றன.

நிற ஒளிமானி (monochromator) எனப்படும் அமைப்பு, கதிர் வீச்சை அலை எண்ணிற்குத் தகுந்தவாறு நிறப்பிரிகை அடையச் செய்யவும் கதிர்வீச்சின் குறிப்பிட்ட அலைக்கற்றையைமட்டும்தடங்காட்டும் கருவிக்கு அனுப்பவும் பயன்படுகின்றது.

தடங்காட்டும் கருவிகள். வெற்றிடத்தில் வைக்கப்பட்ட வெப்பமின் இரட்டை, போலோமீட்டர் போன்றவை தடங்காட்டும் கருவிகள் ஆகும். இவை கருப்பொருள் பண்பு உடையனவாகவும், உணர்வு நுட்பம் கூடியனவாகவும், விரைவில் தடங் காட்டுவனவாகவும் அமையவேண்டும். படுகதிர் வீச்சின் செறிவிற்கு ஏற்ப இதில் மின் துடிப்பு ஏற்படுத்தப்படுவதால் இவை தடங்காட்டும் பண்பைப் பெற்றிருக்கின்றன.

பெருக்கிகள். தடங்காட்டும் கருவி கதிர்வீச்சு ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றிவிடுகின்றது. வெப்ப மின்இரட்டைகள் மற்றும் போலோமீட்டர்களின் மின்தடை மிகக் குறைவு என்பதால், வெளியீடு மின்னழுத்தம் குறைவாகவே இருக்கும். இதனால் பெருக்கி அவசியமாகின்றது. மாறு மின்பெருக்கியைக் கொண்டு அதிக அளவு மின்னழுத்தத்தைப் பெருக்க முடியும். நவீனப் பெருக்கிகளில் படுகதிர்வீச்சு நொடிக்கு 10 முதல் 15 தடவை, சுழலும் சுற்றுக் கோண ஆடியினால் சிதைக்கப்படுகிறது. சிதைக்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு அலைக்கூறுகள் வெப்ப நிலை மாற்றங்களைப் பதிவு செய்யும் உணர்வு நுட்பம் வாய்ந்த அமைப்பில்பட்டு, அலைவுறும். இது உள்ளீடு மின்னழுத்தமாக மாறு பெருக்கிக்கு மின்மாற்றி வழியாகக் கிடைக்கிறது. இதை எழுதுகோல் ஒன்றினாலும் பதிவு செய்ய முடியும். பொதுவாக இரு கற்றை ஒளியியல் நிறமாலை மானி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு கதிர்வீச்சு ஆய்வுப் பொருளில் ஊடுருவும் கதிர்வீச்சாகவும், மற்றொன்று ஒப்புவிப்புக் கதிர்வீச்சாகவும் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் ஆற்றல் ஒன்றாக அமைந்தால் ஆய்வுப் பொருள் கதிர் வீச்சு ஆற்றலை உட்கவரவில்லை, என்பதை அறியலாம். வெப்பமின்னிரட்டையினால் உருவான நேர் மின்னழுத்தமும் பெருக்கமடையாது. இது கதிர் வீச்சுகளுக்கிடையே செறிவு வேறுபடும்போது தடங்காட்டும் கருவி மீது, துடிப்பு மின்னழுத்தம் ஏற்படும்.

இருகற்றை நிறமாலை ஒளியியல்மானியின் அமைப்பு, படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A என்ற சமதள ஆடி, மூலக்கதிர்வீச்சை இரு சமமான கதிர் விச்சாகப் பிரிக்கும். C என்ற ஆடி ஆய்வுப் பொருள் வழியாக, S_1 என்ற திறப்பின் மீது மாதிரிக் கதிர்வீச்சைக் குவிக்கும். B என்ற ஆடி S என்ற திறப்பின் மீது கதிர்வீச்சு விழச்செய்யும். S_1 என்ற திறப்பிற்கு அண்மையில் ஆய்வுப்பொருள் வைக்கப்படுகிறது. இரு கற்றைகளும் ஆய்வுப் பொருளைக் கடந்தபிறகு, நொடிக்கு 15 தடவை சுழலும், அரைவட்ட ஆடியில்படும் D,E,F என்ற சமதள ஆடிகளைப் பொறுத்து இந்த ஆடி குறிப்பிட்ட கோணத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் திறப்பில் உள்ள



படம் 1.

வட்டத்துளைக் கதிர் வீச்சுகளின் குறுக்கும் பரப்பை ஒன்றாக்கும். மேலும் இரு கதிர்வீச்சும் இதற்குப் பிறகு ஒத்த பாதைகளை இந்தத் திறப்பில் உள்ள வட்டத்துளைக் கதிர் வீச்சுகளின் குறுக்குப்பரப்பை கடக்குமாறும் செய்யப்படுகிறது. G என்ற ஆடியி னால் மாதிரிக் கதிர் மேலும் ஒப்புவிப்புக் கதிர்வீச்சுக் குவிக்கப்பட்டு, H மற்றும் I என்ற ஆடிகளினால் எதிர்பலிக்கப்படுகிறது. S_3 என்ற திறப்பின் வழி யாகச் சென்ற பிறகு, G யினால் குவிக்கப்படும் S_3,G இன் முக்கிய குவியத்தில் அமையும். S_3 யைக் கடந்த கதிர்வீச்சுக் கற்றை விரிவடைகிறது. பிறகு அச்சுக்குச் சாய்த்து வைக்கப்பட்ட பரவளைய ஆடி யினால் இணையாக்கப்பட்டு முப்பட்டகத்தின் மீது விழும் அலைக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு லிட்ரோ (Littrow) ஆடியினால் எதிரொளிக்கப்படு கிறது. மீண்டும் பட்டகம் கதிர்வீச்சை நிறப்பிரிகை அடையச் செய்யும். S_4 என்ற திறப்பில் பரவளைய ஆடியினால் குவிக்கப்படுகிறது. S_4 இலிருந்து வெளி வரும் குறிப்பிட்ட அலை எண் நீள்வட்ட ஆடியி னால் வெப்ப மின்னிரட்டையின் மீது குவிக்கப்படும். இருகற்றையின் ஆற்றல ஒன்றாக இருக்கும்பொழுது வெப்பமின்னிரட்டையில் நேர் மின்னழுத்தம் ஏற் படும். மாறு மின்பெருச்கி நேர் மின்னழுத்தத்தைப் பெருக்கமடையச் செய்யாது. ஆய்வுப்பொருள் குறிப் பிட்ட அலைக்கூற்றை உட்கவரும்பொழுது, அதன் செறிவு குறையும். இதனால் தடங்காட்டும் கருவியின் மீது சைகை விட்டுவிட்டு விழும். இது மாறு மின்ன ழுத்தமாக 13 ஹெர்ட்ஸ் பெருக்கினால் மாற்றப்பட்டு பெருக்கம் அடையும். பெருக்கமடைந்த மாறு மின்ன ழுத்தம் சர்வோமோட்டார் (servomotor) ஒன்றை இயக்குவிக்கும். இது ஒளிமெலிப்பி (attenuator) ஒன்றை இயக்குவதால் அது நகர்ந்து இரு கற்றை களின் செறிவையும் சமமாக்கும். இவ்விளிம்பின் நிலை இரு கற்றைகளின் செறிவு வேறுபாட்டுக்குச் சமம். பதிவு கோல் ஒன்று இத்துடன் இணைக்கப் பட்டு இருப்பதால் அதன் இடப்பெயர்ச்சி கதிர்வீச்சு வெளியீட்டிற்குத் தகுந்தவாறு அமையும்.

நிறமாலை நேர்குத்து அச்சைப் பொறுத்துச் சுழலுவதால் லிட்ரோ ஆடி நிழல்ஒளிக்கூறுகளாகப் பிரிக்கும். இதைத் திருகு அளவி ஒன்றைக்கொண்டு, இதன் நிலையை அலை எண்ணினால் குறித்துச் செந்தரப்படுத்தலாம். இதனால் இருமுறை, கதிர்வீச்சு நிறப்பிரிகை அடைவதுடன், பகுதிறனும் அதிகரிக் கின்றது. CO_2, H_2O மூலக்கூறுகள் ஆற்றலை உட்கவர் வதால் ஏற்படும் பிழை இரு கற்றைகளுக்கும் ஈடு செய்யப்படுகிறது. மேலும் கதிர்வீச்சு மூலத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் செறிவுமாற்றம், தடங்காட்டும் கருவியின் உணர்வு நுட்ப அலை எண் நேரத்தைப் பொறுத்து மாற்றமடைதல் போன்றவை அளவீடு களைப் பாதிக்கா.

கீற்றணிகளை ஆழ் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை ஆராய 250 செ. மீ $^{-1}$ வரை பயன் படுத்தலாம். இந்த அலை எண்ணுக்குப் பட்டகங்களைப் பயன் படுத்தமுடியாது. கீற்றணியில் அலை எண் வேறு பாடு, உட்கவர்பட்டைகளின் இடைவெளிக்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

உட்கவர்பட்டையின் அலைவெண் துல்லியமாகத் தெரிந்த ஆய்வுப்பொருள்களை முதலில் பயன்படுத்தி இக்கருவி செந்தரப்படுத்தப்படுகிறது. வளிமங்களுக் குள் KBr சன்னல்களை 10 செ. மீ. பைரக்ஸ் சிமிழ் களுக்குப் பயன்படுத்தலாம். வெற்றிடமாக்கப்பட்ட சிமிழில் வெவ்வேறு அழுத்தங்களில் வளிமங்களை அடைக்கலாம். நீர்மங்கள் படலமாக இரு பலகணி களுக்கு இடையில் அமைக்கப்பட்டு ஆய்வுகள் மேற் கொள்ளப்படுகின்றன. கரைசல்களுக்குக்குறிப்பிட்ட பாதை நீளமுடைய சிமிழ்கள் பயன்படுத்தப்படும் திண்பொருள்களை ஆராய ஆவியாதல், உருகுதல், வட்டைமுறை போன்ற முறைகள் கையாளப்படு கின்றன. மைக்கல்ஸன் வகையைச் சார்ந்த குறுக்கீட்டு விளைவு மானியையும், ஆழ் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை ஆராயப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

இத்தகைய குறுக்கீட்டுவிளைவுமானியைப் பயன் படுத்திப் பல வகையான ஆய்வுகள் மேற்கொள் ளப்படுகின்றன. அணுப்பொருண்மை அதிகமாயும், விசைமாறிலி குறைவாகவும் உள்ள மூலக்கூறுகளின் அலைவெண்கள், ஆழ் அகச்சிவப்பு நிறமாலை அலை

வெண்களாகும். இவற்றின் மதிப்புகள் என்ட்ரோபி போன்ற, வெப்ப இயக்கவியல் கோவைகளைக் கணக்கிடப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மூலக்கூறுகள் பிணைப்பு அலைகள் முறுக்கலைவுக்கு உட்படுவதால் ஏற்படுகின்றன என்பதை அறுதியிட்டுக் கூற முடியும். உலோகத் தொகுதி அதிர்வுகளை ஆராயவும், CHO தொகுதி C-C அச்சைப் பொறுத்துத் தடங்களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டுச் சுழலுகிறது என்ற முடிவுக்கும் வரமுடியும். சில மூலக்கூறுகள் வேறுபட்ட ஆனால் சரிநிகர் இணைமதிப்புடைய அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கும். நைட்ரஜன் மூலக்கூறு இத்தகைய அமைப்பைக் (inversion) கொண்டது. இதனை ஆராய ஆழ் அகச் சிவப்பு நிறமாலையியல் பெரிதும் பயன்படும். மேலும் வளிமங்கள், நீர்மங்கள் திடப்பொருள்களின் மூலக் கூறுகள், சுழற்சி அதிர்வெண் என்பன ஆழ் அகச் சிவப்பு அலைவெண்ணுக்கு நெடுக்கத்தில் அமையும். இவற்றை ஆராயவும் இது பயன்படும். அதிக அழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்ட வளிமங்கள் நேர்பெயர்ச்சி, சுழற்சி நேர்பெயர்ச்சி நிறமாலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. H_2, O_2 மற்றும் N_2 மூலக்கூறுகளுக்கு இது பொருந்தும். குறைந்த அழுத்தத்தில் வளிமங்கள் உள்ளபோது மூலக்கூறுகள் சுழற்சியினால்தான் ஆழ் அகச்சிவப்பு உட்கவர்தல் ஏறபடுகிறது. திண்ம நிலையில் அணுத்தளம் அதிர்வடைகிறது. ஆனால் நீர்ம நிலையில் முனைவு மூலக் கூறுகள் அலைகின்றன. மேலும் அவை நேர்பெயர்ச்சி சுழற்சிக்கும் உட்படும், திண்ம, நீர்ம, நிலையில் உட்கவர்பெருமம் ஒரே அலைவெண் நெடுக்கத்தில் அமையும். இத்தகைய உட்கவர்தலுக்கு நீர்ம அணுக்கோப்பு அதிர்வுகள் (liquid lattice vibration) எனவும் பெயர் உண்டு. மேலே குறிப்பிட்ட முடிவுகளை அறுதியிட்டுக்கூறப் பலவகை ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

ந. சுவாமிநாதன்.

ஆழ்கடல் ஒளி

காண்க, ஒலி, ஆழ்கடல்.

ஆழ்கடல் ஒளிப்படவியல்

காண்க, ஒளிப்படவியல், ஆழ்கடல்.

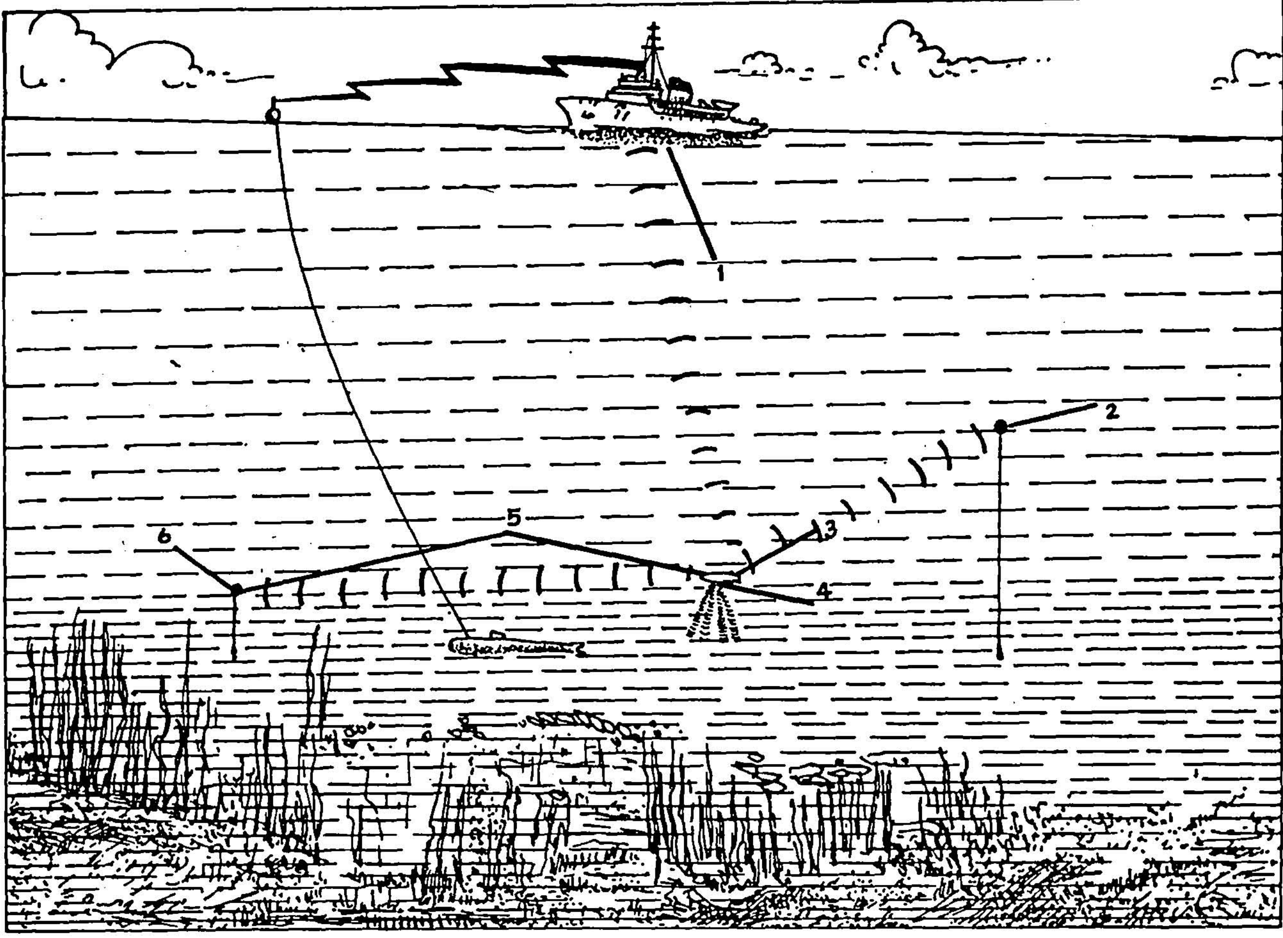
ஆழ்கடல் கலம்செலுத்தல் முறை

நீரில் அமிழ்ந்துள்ள ஊர்திகளின் இயக்கத்தை வழிப்படுத்தும் செயல்முறை ஆழ்கடல் கலம்செலுத்தல் முறை (underwater navigation) எனப்படும். நீர் மூழ்கிகளில் ஏற்பட்டுள்ள பெருவளர்ச்சி, கலம் ஓட்டும் முறையிலும் பல்வேறு தேவைகளை உருவாக்கியுள்ளது. வெற்றிகரமாகக் கலம்செலுத்தப் பயன் படுத்தப்படும் முறைகள் ஒலியியல் செலுத்திலங்கி அமைப்புகள் (acoustric transponder systems) மேற்கோள் பார்வையிடல் அமைப்புகள்(dead reckoning), கடல் மேல்பரப்புப்பார்வையிடல் முறை (surface reference), அக நீர்த் தொலைபேசி முறை (homing), ஆழ்கடல் நிலையைத் தடங்காணும் முறை (Underwater habitat tracing) என்பனவாகும். இவற்றில் தக்க கலம் செலுத்தும் முறையைத் தேர்ந்தெடுத்தல், தேவைப்படும் துல்லியம், செயல்படவேண்டிய பரப்பளவு, இருப்பிலுள்ள மேல்தளக் கப்பல்களின் எண்ணிக்கை, இக்கருவிகள் இயங்கும் கடல்சார் சூழ்நிலை ஆகிய கூறுபாடுகளைப் பொறுத்தமையும்.

பெரும்பாலான கடல் ஆய்வுகளில் மேற்கூறிய முறைகளில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டிய தேவை உருவாகியுள்ளது. என்றாலும் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ள ஒலியியல் கலம்செலுத்தும்அமைப்பின்(acoustic navigation system) பேரளவு பயன்பாடுகளுக்கு ஏற்றதாய் உள்ளது. மேலும் இம்முறையில் செயல்படும் சோனார்களின் (sonars) குறுக்கீடு (interference) மிகவும் சிறுமமாக (minimum) அமைகின்றது என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கதொரு மேம்பாடாகும்.

ஒலியியல் செலுத்திலங்கி அமைப்புகள். ஒலியியல் செலுத்திலங்கி அமைப்புகளைப் பயன்படுத்திக் கலம் ஓட்டும் முறை மிகவும் துல்லியமாகக் கடல்தரையிலிருந்து கலத்தின் இருப்பைக் கண்டறிகின்றது. கடல் தரையின் கிடப்பு நிலையை அறியக் கப்பலிலிருந்து 3 அல்லது 4 செலுத்திலங்கி அமைப்புகள் நீரில் மூழ்க விடப்படுகின்றன. இச்செலுத்திலங்கி அமைப்புகளுடன் கடலின் மேல் தளத்தில் இயங்கும் கப்பல்களிலிருந்தும் நீர்மூழ்கிகளிலிருந்தும் செய்தித் தொடர்பு கொள்ளலாம். கலம், கடலின் மேல்தளத்தில் இயங்கும்போது மற்றொரு நீர்மூழ்கியிலிருந்தும் செலுத்திலங்கி அமைப்புகள் மூழ்கவிடப்படும். நீர்மூழ்கியின் இருப்பை, கடல்கரையுடன் ஒப்பிட்டுச் செலுத்திலங்கி அமைப்பு கணக்கிடுகிறது. நீர்மூழ்கியில் மனிதர்கள் இருந்தால் தொலைபேசி மூலமும் பேசலாம்.

இரண்டாவது முறையில் நீர்மூழ்கி தனது இருப்பை, பேசும் சோனார் மூலம் கண்டறிகிறது. இம்முறையை மேல்தளத்தில் இயங்கும் கலங்களிலும் மனிதர் உள்ள நீர்மூழ்கிகளிலும் பயன்படுத்தலாம். இதில் பேசும் சோனார் கடல் மேலதளததிலிருந்து தக்க ஆழத்தில் அமைக்கப்படும். இதில் பேச்சுக்கும் (தூண்டலுக்கும்) திரும்பும் பதிலுக்கும் (துலங்கலுக்கும்) இடையிலுள்ள நேரம், பேசும் ஊர்திக்கும் ஒவ்வொரு செலுத்திலங்கிக்கும் இடையிலுள்ள இடை



படம் 1. ஒலியியல் கலம்செலுத்தும் அமைப்பு

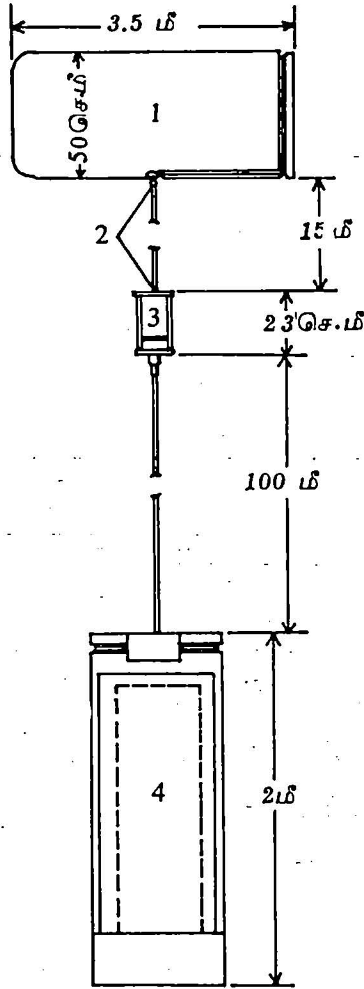
1. ஒலியியல் தடங்காணும் அமைப்பு 2. ஆழ்கடல் செலுத்திலங்கி 3, தடங்காணும் செலுத்திலங்கி 4. டாப்ளர் சோனார் 5. செலுத்திலங்கியுடன் பேசும் சோனார், 6. நீர்த்தொலை பேசி முறைச்செலுத்திலங்கி.

வெளியைத் தரும். குறிப்பிட்ட செலுத்திலங்கியை அதனுடைய பதில் அளிக்கும் குறிப்பலையின் அலை வெண்ணிலிருந்து கண்டறியலாம்.

படம் 2 ஆழ்கடல் கலம் செலுத்திலங்கியின் வடிவத்தைக் காட்டுகிறது. இது 3.5 மீ. நீளமும் 50 செ. மீ விட்டமும் உள்ள உருளை வடிவமுடையது.இதைத் தக்கதொரு செந்தர ஏவுகுழல் (standard torpedo tube) மூலம் செலுத்தலாம். செலுத்திலங்கி அமைப்பு, கடல்தரையை அடைந்ததும் ஒலியியல் ஆற்றல் வடிவமாற்றியைத் (acoustic trausducer) தொங்க வைக்க இதிலிருந்து ஒரு மிதவை நங்கூரத்திலிருந்து பிரிந்து மேலேழும்பும். நங்கூரத்தில் மின் கலமும் மின் துகளியல் கருவிப் பெட்டியும் அமைந்திருக்கும்.

மிதவை தன்னுடன் இணைந்த வடநீளத்துக்கு ஏற்ப நீரடியில் 100 மீ கிழே ஆற்றல் வடிவமாற்றியைத் தொங்கவிடும். ஆற்றல் வடிவமாற்றி நீழல் மண்டிலத்தில் (shadow zone) அமையாமல் இருக்க கடல்தரைக்கு மேல் கணிசமான உயரத்தில் அமைய வேண்டும். பெரும்பாலும் கடல் நீரோட்டம் உள்ள இடங்களில் இவை பயன்படுத்தப்படுவதால் மிதவை பெரும மிதப்பியல்பும் (maximum bunyancy) சிறுமப் பின்னிழுப்பும் (minimum drag)உள்ளபடி வடிவமைக்கப்படவேண்டும். நீரோட்டம் கண்காணிப்பு மண்டிலத்தை (watch zone), அதாவது மிதவை இருப்பின் உறுதியின்மையின்(uncertainty) அளவைத் தீர்மானிக்கும். மிதவையின் தொங்கவிடும் ஆழம், ஆற்றல் வடிவ மாற்றி இருப்பின் உறுதியின்மையையும் இடைவெளியையும் (range) பொறுத்தமையும்.

செலுத்திலங்கியின் வடிவமைப்பில் முக்கியமான பகுதி செய்திஉணரும் சுற்றுவழியாகும். இதைக் குறிப்பலை அறியும் சுற்றுவழி (signal recognising circuit) என்பர். இது இரைச்சலால் ஏற்படும் குறிப்பலைகளைத் தள்ளிவிட்டுச் செய்தித் தொடர்பிலுள்ள பேச்சலைத் துடிப்பலைகளை அதன் வீச்சு மாறும் பரந்த இடைவெளியில் துல்லியமாகத் துலங்



படம் 2. ஆழ்கடல் கலம் செலுத்திலங்கி

1. மிதவை, 2. சுழல் மணித்தாங்கி 3. ஆற்றல் வடிவ மாற்றி 4. நங்கூரம்–மின்கலம்–மில் துகளியல் கருவிப் பெட்டி

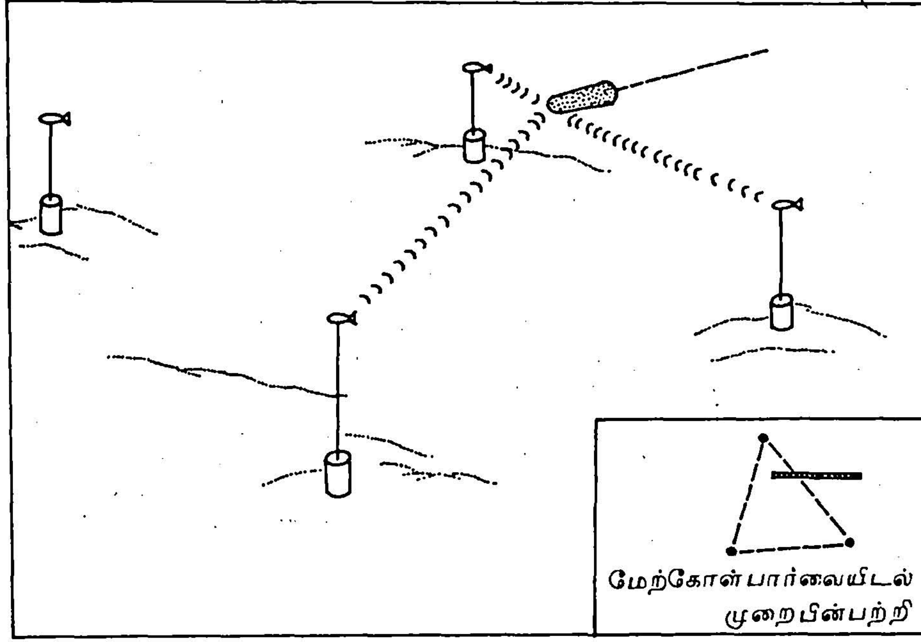
குகிறது. இதற்கு ஒரு தறுவாய் ஒற்றியும் (phase detector) வேறுபாட்டு மிகைப்பியும் (differential amplifier) பயன்படுகின்றன. இவ்வமைப்பு அகன்ற அலைப்பட்டையில் உள்ள மொத்த ஆற்றலைக் குறுகிய பேசும் அலைப்பட்டையிலுள்ள ஆற்றலுடன் ஒப்பிட்டுச் செயல்படுகிறது. இது மிக உரத்த இரைச்சலைத் தள்ளிவிடும் தன்மையையும் மிக மெல்லிய பேச்சிற்குத் துலங்கும் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. குறிப்பலையைப் பெற்றதும் இது கடல்தளத்திலிருந்தும் கடல்தரையிலிருந்தும் எதிர்பலிக்கும் குறிப்பலைகளைப் பெறுவதைத் தவிர்க்கச் சிறிது நேரம் அலைவாங்கி செயல்படாது. காண்க, ஒலி, ஆழ்கடல்.

படம் 3 இல் முக்கோண அமைப்பில் வைக்கப்பட்டுள்ள செலுத்திலங்கியின் ஆட்சி எல்லைக்குள் செல்லும் நீர் மூழ்கிக் கப்பல் காட்டப்பட்டுள்ளது. செலுத்திலங்கிகளுக்கு இடையில் உள்ள இடைவெளி, தேவைப்படும் துல்லியத்தையும் கப்பலின் பரப்பையும் பொறுத்தது.மூன்று செலுத்திலங்கிகள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுவதால் அவை எவ்வளவு நெருக்கமாக அமைகின்றனவோ அவற்றிற்கு ஏற்பக் கப்பலை வெப்பப்படுத்தும் திறமை கூடுதலாக அவற்றில் அமையும். ஆனால் நெருக்கமாக அமையும்போது கட்டுப்பாட்டில் உள்ள துல்லியம் குறையும்.

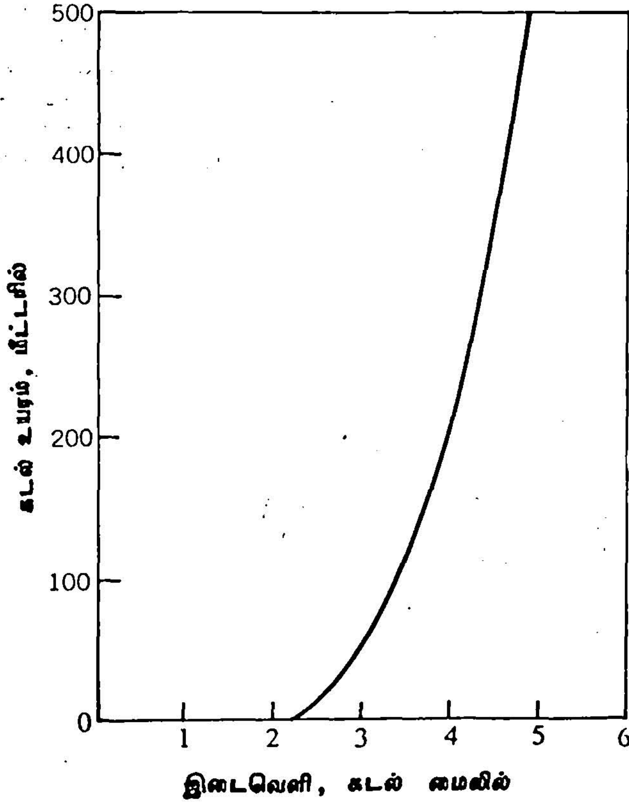
ஆழ்கடலில் ஒலி அலைகள் மேற்புறமாக ஒலி விலகுவதால் கட்டுப்பாட்டு மண்டிலத்தில் ஒரு நீழல் மண்டலம் அமைந்திருக்கும். இந்த மண்டலம் கப்பலில் உள்ள ஒரு செலுத்திலங்கி கேட்கும் ஆழத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இந்தக் குறைபாடு குறிப்பலைகள் உறிஞ்சுதலாலும் பரவல் இழப்பாலும் மட்டுப்படும் அளவை விடக்கூடுதலாக அமையும்.

படம்4 நீழல் மண்டல விளைவைக் காட்டுகிறது. கடல் அடியிலிருந்து பல்வேறு உயரங்களில் பெறும் செய்தித்தொடர்புகளும், கலங்களின் துலங்கல் இடைவெளியும் (response range) நீழல் மண்டலத்தைப் பொறுத்து மாறுவதைக் காணலாம். இந்தப்படம் செலுத்திலங்கியின் உயரம் கடல்தரையில் இருந்து100 மீட்டர் எனக்கொண்டு வரையப்பட்டதாகும். கடல் மேல்பரப்பின் அருகில் கலங்கள் அமையும்போது செலுத்திலங்கியின் பெரும நடைமுறைக் கட்டுப்பாட்டு இடைவெளி 7 முதல் 10 மைல்களாகும். 100 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கலங்கள் அமிழ்ந்து செல்லும்போது இந்த எல்லை 4 மைல்களாகக் குறையும். நடைமுறையில் செலுத்திலங்கிகள் 1 முதல் 3 மைல் வரை எல்லையுடையனவாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த நிலைமைகளில் செலுத்திலங்கியின் இடைவெளியைவிட அவற்றின் கட்டுப்பாட்டு இடைவெளி இருமடங்காக அமையும்.

செலுத்திலங்கியில் இருந்துள்ள கலங்களின் தொலைவை ஒரு மேசைக் கணிப்பான் மூலம் கண்டறியலாம். முதலில் செலுத்திலங்கியின் கட்டுபபாட்டு இடைவெளியை அளவீடு செய்துகொள்ள வேண்டும். இதைப் பல்வேறு பாதைகளுக்கும் பல்வேறு தொலைவுகளுக்கும் கண்டறிவதால், கண்டறியப்பட்ட அவ்வீட்டிலிருந்து கலத்தின் ஆய்ந்த அளவீட்டை ஒப்பிட்டுக்கலம் எங்கிருந்தாலும் அதன் தொலைவைக்கண்டறியலாம். என்றாலும் தற்காலத்தில் இப்பயணத்திற்காக உயர் துல்லியம் உள்ள கணிபொறிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தக்



படம் 3. ஆழ்கடல் ஒலிவகைச் செலுத்திலங்கி கலம்செலுத்தல்முறை.



படம் 4. ஆழ்நீரில் செலுத்திலங்கியின் நிழல் வட்டாரம்.

கணிபொறிகள் துல்லியமாக x-y ஆயங்களில் கலத்துச்கும், செலுத்திலங்கிகளுக்கும் இடையில் உள்ள தொலைவை நமக்குக் காட்சித் திரையில் காட்டும்.

செலுத்திலங்கி கலம்செலுத்தும்முறை மிகவும் நம்பகமானதாக அமைகிறது. இதில் ஏற்படும் பிழை ஓரிரு மீட்டர்களாகவே உள்ளது.

ஒரே செலுத்திலங்கியைப் பயன்படுத்தியும் இத்தகைய கலம்செலுத்தல் முறையைப் பின்பற்றலாம். படம் 1 இல் அகச்செலுத்திலங்கி உள்ள அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு நீர் மூழ்கிக்கப்பலில் அகச் செலுத்திலங்கி வைக்கப்பட்டுள்ளது. குறிப்பிட்ட இடம் வந்ததும் அது கீழிறக்கிவிடப்படும். பல அளவுகளை எடுத்துச் செலுத்திலங்கியின் இருப்பைக் கலத்தின் பாதை தெரிந்துள்ளபோது கண்டறியலாம். இந்தச் செயல்முறை நன்கு வெற்றி அடைய நல்லதொரு மேற்கோள் பார்வையிடல் முறை (dead reckoning) தேவை. இவ்வமைப்புகள் பின்னர் விவரிக்கப்படும். இந்த முறை சிறிய பரப்பை ஆயும் போது மட்டுமே பயன்படும். பேரளவு ஆய்வுகளுக்கும் தேட்டப் பயணங்களுக்கும் (missions) இம்முறை பயன்படாது.

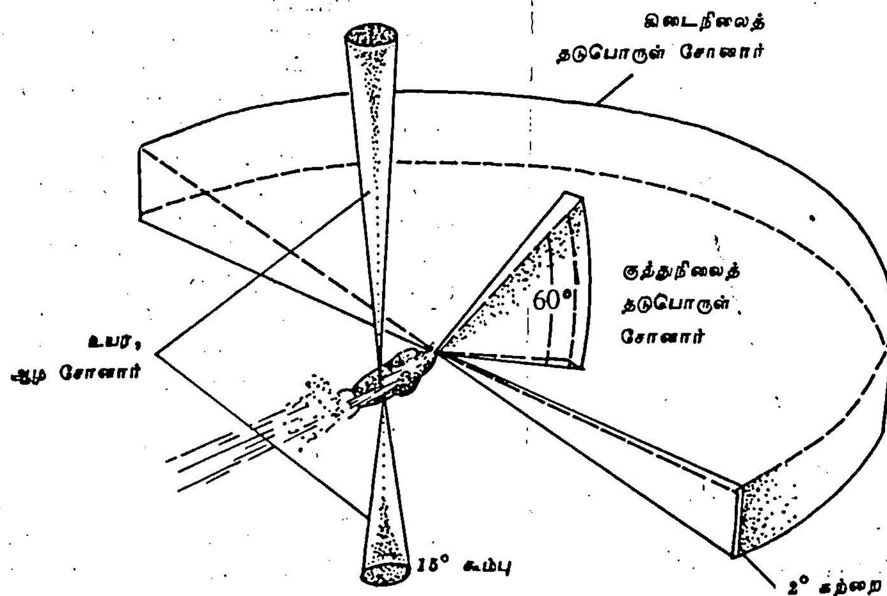
மேற்கோள் பார்வையிடல் முறை. ஒரு மேற்கோளிலிருந்து கலத்தின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறிய, ஆழ்கடல் கலங்களில், கலங்களின் தொலைவையும். திசையையும் அறியும் உணரிகள் (sensors) தேவை. இதற்கு டாப்ளர் சோனார் என்ற கருவி பயன்படுகிறது. தரையின் அடியைச் சென்றடைந்து திரும்பும்

குறிப்பலைகளின் அலைவெண் பெயர்ச்சியைத் தீர்மானிப்பதன் மூலம் தரையில் செல்லும் வேகத்தையும் கலத்தின் முன், பின், இடைநிலை வேகத்தையும் கண்டறியலாம். துடிப்பு வகை, தொடர் அலைவகை டாப்ளர் சோனார்கள் பல தற்காலத்தே வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. துடிப்பு வகையில் ஒரு அலைவெண் தடம்பற்றும் சுற்றுவழி தான்பெறும் துடிப்பை உணர்ந்து செயல்படுகின்றது. இதனுடைய துல்லியம் மிகவும் உயர்ந்தது ஆகும். இது கடல்தரைமட்டத்திலிருந்து 200 மீட்டர் உயரம் வரை துல்லியமாக உணரும் திறன் உடையது. இதில் இடைவெளி வாயில் அமைப்புகள் (range gating) உள்ளன. இவை இரைச்சலைக் குறைக்கும். சில டாப்ளர் சோனார்கள் நீரின் எதிர்முழக்கத்தால் செயல்படும்படி வடிவமைக்கும் முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது. இது வெற்றி பெற்றால் தரை மட்டத்திலிருந்து கலம் உள்ள தொலைவு செலுத்திலங்கியின் கட்டுப்பாட்டு இடைவெளிக்கு அப்பால் இருந்தாலும், கலத்தின் தொலைவையும், திசையையும் கண்டறிய வழிவகை ஏற்படும். இந்தச் சோனார்கள் X-Y ஆய விரைவுகளிலிருந்து கலம் பயணம் செய்த தொலைவைக் கண்டறிகின்றன. இவற்றின் துல்லியம் 6 9 விழுக்காடு ஆகும். கடல் அடியிலிருந்து கலம் உயரம் கூடும் போது இத்துல்லியம் குறைந்து கொண்டே வரும்.

டாப்ளர் சோனார் மட்டுமின்றி எல்லாக் கலங்களும் ஒரு சிறிய எடையைத் தொங்கவிட்டு மேற்கோள் பார்வையிடலை நிகழ்த்துகின்றன. இதற்கு உறழ் முறை அமைப்பு (inertial system) என்பது பெயர். குத்து நிலைத் திசை, வடக்குத் திசை இரண்டுக்கும் தனிச்சிறப்பு அளவு தருமாறு இவை வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. டாப்ளர் சோனார் செயல்படாத இடைவெளியில் மேற்கோள் பார்வை முறை இருப்பைக் கண்டறிய உதவவேண்டும். இவை இரண்டையும் தவிர டாப்ளர் சுழல் திசைக்காட்டி (gyrocompass) ஒன்றும் பயன்படுகிறது. இது உயர் துல்லியமுடையது. கல இயக்கத்தில் உள்ள அலைவுகட்கு ஆட்படாதது. தற்கால நீர்மூழ்கிகள் மூன்று ஒற்றை அச்சு வளிமத்தாங்கல் சுழல் திசைக்காட்டிகளும் இரண்டு முடுக்க அளவிகளும் (accellerometers) 20 செ.மீ. விட்டமுடைய பெட்டிக்குள் அடங்குமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. காண்க, மேற்கோள் பார்வையிடல் முறை, உறழ்முறை வழிகாட்டமைப்பு, சோனார்.

அகக்கலம்செலுத்தல் உணரிகள். மேற்கூறிய உணரிகள் மட்டுமின்றிக் கலம் செலுத்துவதற்காகப் பயன்படும் உணரிகளும் கப்பல்களில் பயன்படுகின்றன. திசையுடைய நீரியல் பேசிகள், கலம் செலுத்துவதற்காகக் கப்பல்களில் பயன்படுகின்றன.

படம் 5. கலம் செலுத்துவதற்காகப் பயன்படும் வேறுவகை உணரிகள் மூன்றைக் காட்டுகின்றது. முதல்வகை கிடைநிலைத் தடுபொருள் சோனார் ஆகும். இது நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களுக்கு எதிரில் கிடைநிலையில் உள்ள பொருள்களைக் கண்டறியும். இது, மாறாத செலுத்த அலைவெண்ணால் குறிப்பேற்றிய சோனார் ஆகும். இந்த அமைப்பு, கலத்தின் திசையையும் ஒவ்வொரு செலுத்திலங்கிக்கும் உள்ள தொலைவையும் தரவல்லது. இரண்டாவது வகை உயர-ஆழச் சோனார் ஆகும். கடல்தரையில் இருந்து உள்ள உயரத்தையும் கடல் மேற்பரப்பிலிருந்து

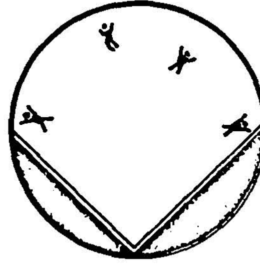


படம் 5. கலம் செலுத்தும் மூவகைச் சோனார்களின் இருப்புகள்

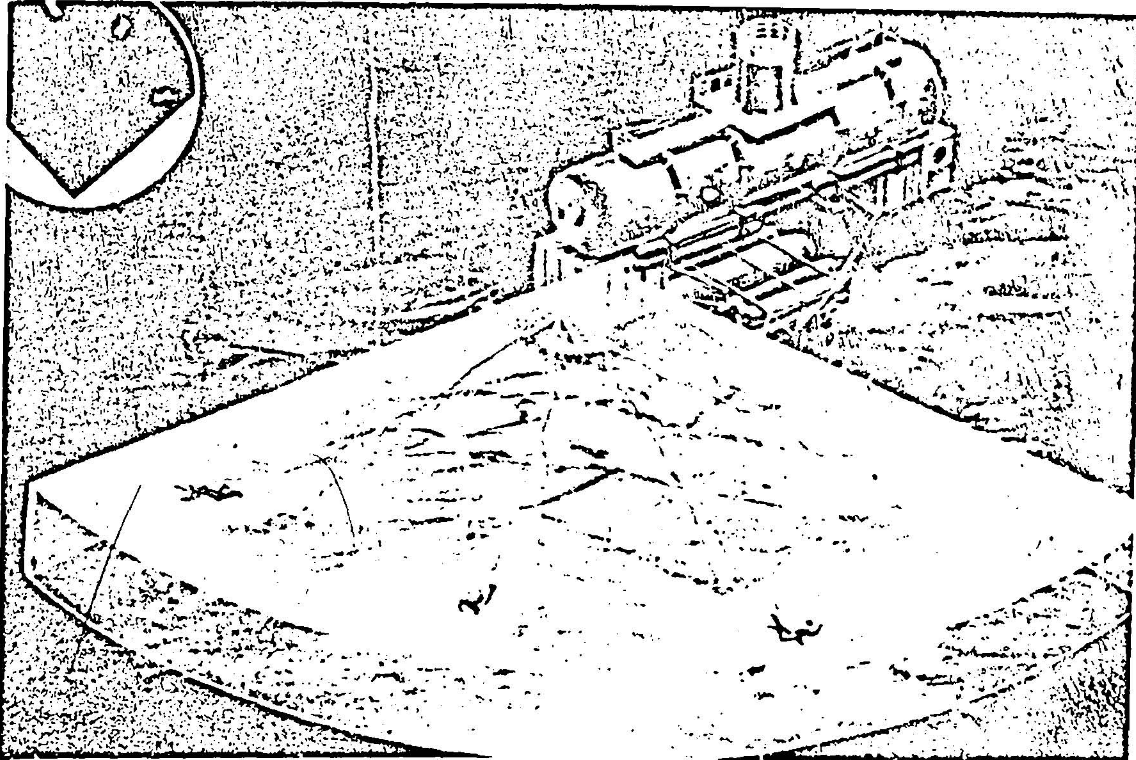
உள்ள ஆழத்தையும் இது ஒருங்கே கண்டறியும். மூன்றாவது வகை குத்து நிலைத் தடுபொருள் சோனார் ஆகும். இது கலத்தினைத் தடுக்கும் பொருள்களின் உயரத்தைக் கண்டறிகிறது. இது கலத்தின் உயரக் கோணத்தையும், ஆழக்கோணத்தையும் கண்டறிய வல்லது.

மேற்பரப்புப் பார்வையிடல் முறை. எல்லா நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களும் முழு நிலைவுடையனவாக அமைய வேண்டியதில்லை. மேற்பரப்பில் செல்லும் கப்பல்களிலிருந்து பார்வையிடும் ஒலி முறையால் தடம் காணும் அமைப்பையும் (acoustic tracking system பயன்படுத்தலாம். இந்நிலையில் கப்பலின் எடையும் தேவைப்படும் இடமும் வரம்பற்றவையாகும். லோரான், செயற்கைக் கோள், ஒமேகா, வேறு கதிர்வீச்சு முறை ஆகியவற்றால் தடம்காணல் எளிது என்பதால் மேற்பரப்புக் கப்பல் நடைமுறையில் மிகவும் மேம்பாடு உடையனவாகும். மேற்கூறிய அமைப்புகள் கப்பலின் இருப்பினை நிலக்கோள ஆயமுறையில் கண்டறிய வல்லன. காண்க, கடலில் கலம் செலுத்தும் முறை (marine navigation)

தற்போது உருவாக்கப் பட்டுள்ள ஒரு



எதிர்முனைக் கதிர்க் காட்சிக் குழல்



படம் 6. ஆழ்கடல் நீர்மூழ்கிக் கலத்திலிருந்து கடலில் நீந்துபவர்களின் இருப்பிடத்தைக் காணும் சோனார்

தடம் பற்றும் அமைப்பு 3D அமைப்பு ஆகும். இதை முப்பருமான அமைப்பு எனலாம். இதில் நான்கு நீரியல் பேசிகள் கப்பலின் தளத்தில் இரு செங்குத்து அடி நிலைக் கோடுகளில் வைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு அடிநிலைக் கோட்டின் நீளமும் 15 முதல் 30 மீட்டர். இந்த நீரியல் பேசிகள் கப்பல் சுவர்களில் வைக்கப் படுகின்றன. கப்பலின் இரைச்சலைக் குறைக்க இவற்றைக் கப்பலின் அடிப் பகுதி வரை (hull) கொண்டு செல்லலாம். அதே பகுதியில் ஒலி செலுத் திலங்கி ஒன்றும் நிறுவப்பட்டிருக்கும்.

ஒரு செலுத்திலங்கி உடைய கலத்தைக் கண் காணிக்க, (படம் 1) கலத்தின் தொலைவும், திசையும் கண்டறியப்பட வேண்டும். தொலைவு, ஒலி அலை சென்று திரும்பும் நேரத்திலிருந்து கண்டறியப்படு கிறது. திசைக் கோணமும் (bearing) அமிழ்கோண மும் ஒலியலை நீரியல் பேசியை அடையும் நேர வேறு பாட்டிலிருந்து கண்டறியப்படும். இந்தத் தடம் பற் பல அமைப்புக் கால்வழிகளையுடையது. எனவே பல பொருள்களின் இடங்களை ஒரே நேரத்தில் கண்டறி யலாம். 3D அமைப்புக் கணிபொறி, ஒலியை அனுப்பிப் பெறுவதன் மூலம் கலத்தின் இருப்பை x,y,z ஆயங்களில் காட்டுகிறது. இலக்குப் பொருளின் (target material) திசையையும், தொலைவையும் துல்லியமாகக் கண்டறிய ஆழத்தால் ஏற்படும் பிழையைச் சரிப்படுத்தும் திருத்தத்தைத்தானேசெய் யும். இதற்கு நீரியல் பேசியில் வரும் குறிப்பலை மட்டு மின்றி உருள்வு (roll), கவிழ்வு (pitch), முன்பின் அமிழ்வு ஆகிய கல இயக்கத்தின் சிறப்பியல்புகள் கணிபொறிக்குத் தரப்பட வேண்டும். நீரில் ஒலியின் வேகத்தைக் கண்டறிந்து, ஒலி அடிநிலைக் கோட்டின் நீளத்தைக் கண்டறியலாம். இந்தப் பலநோக்கு முறை கலம்செலுத்துதற்குப் பயன்படும். மேலும் இருவகையான செயல் முறைகளை நிறைவேற்ற உதவுகிறது. இந்த அமைப்பு, கடல் பரப்புத் தரைச் செலுத்திலங்கிச் செய்தித் தொடர்பை நிகழ்த்த உதவுகிறது. இதற்கு ஒரே ஒரு நீரியல் பேசியே போதும். இது வேறு மூலங்களில் இருந்து உருவாகும் ஒலி அலையையும் உடனடியாகக் கண்டறியும். அந்த மூலங்களின் இருப்பிடத்தையும் திசையையும் கண்டறியக் கடல் மேற்பரப்பில் கலம் செலுத்துதல் மிகவும் எளிமையானது. ஏனெனில் இதில் ஒலிமுறை செலுத்திலங்கியைக் குறுகிய அடிநிலைக் கோட்டு முறையில் ஓட்டும்முறையைப் பின்பற்றிச் செயல் படுத்தலாம். மேலும் கேளா ஒலி மூலங்களை, மேற் பரப்புக் கலங்களிலிருந்து மட்டுமே கண்டறிய முடி யும். என்றாலும் இவ்வகை ஒலிக் கருவிகள் கப்பல் களில் உள்ள இரைச்சல் கருவிகளால் குறைபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் ஒலி பரவும் ஊடகமும் சீரில்லாமல் அமையும். எனவே மேற்புறக் கப்பல் கண் காணிப்பு நீர் மூழ்கி அமைப்பிற்குக் கூடுதல்உதவி யாக அமையுமேயன்றி அதற்கு மாறாக அமையாது.

நீந்துபவருக்கு வழிகாட்டும் முறையும் தடம்பற்றும் முறையும். கடல் ஆழத்தில் நீந்துபவர்கள் அவர் கள் செல்ல வேண்டிய வழியைக் கண்டறிவதும் அவர்கள் உள்ள இருப்பினை நாம் தடம் காணுவதும் ஓர் அரிய சிக்கலாகும். தற்காலத்தில் ஏற்பட்டுள்ள நீந்தல் முறைகளும், ஆழ் கடல் கூடங்களும், நீந்து பவரை இடம் மாற்றும் அமைப்புகளும் கண்டத் திட்டுகளிலும் பிற கடல் தரை இடங்களிலும் நீந்து வதற்குத்துல்லியமான வழிகாட்டு முறைகள் அவர் களுக்குத் தேவை. நீந்துபவர் ஒருவர் பல மணி நேரம் அல்லது பல நாள்களுக்கும் கடலடி அமுக்கத் திற்கு ஆட்படாமல் கடல் மேற் பரப்பை அடைவது இல்லை. எனவே அவர்கள் தளர்ச்சி அடைந்து சோர்வடையாமலிருக்க, தக்க வழிகாட்டும் முறையும் தடம்காணும் முறையும் உருவாக்க வேண்டியது கட்டாயத் தேவைகளாகும்.

இவற்றிற்கான விடையை நீர்மூழ்கிக் கப்பலுக்கு உருவாக்கப்பட்ட சோனார் முறைகள் அளிக்கின்றன. படம் 6 கிடைநிலைத் தடுபொருள் சோனாரால் இயக்கப்படும் நான்கு நீர் வாழுநர் உள்ள ஆழ்கடற் கூடத்தைக் காட்டுகின்றது. குத்து நிலை இயக்கம் குறைவாகப் பயன்படுத்தும் நீந்துபவர்களுக்கு இந்த இடைநிலை வீச்சுடைய ஆழ்கடற்கூடம் நன்கு பொருந்துகிறது. படத்தில் மேல் இடப்புற மூலையில் உள்ள வட்டம் நீந்துபவர்களின் இருப்பிடத்தைக் காட்டுகிறது. கண்டத் திட்டுகளில் இவர்கள் விடு தலையாக, கட்டற்ற முறையில் எப்புறமும் இயங்க வளர்ச்சி அடைந்த செய்தித்தொடர்பு முறைகளும், நீந்துபவர் உடன் கொண்டு செல்லும் அமைப்பும் உயர்நிலைத் திசைஅறிவிப்புக் கருவிகளும் உதவுகின் றன. காண்க, கடலக நீந்தும் முறை

உலோ.செ.

ஆழ்கடல் தகர்ப்பு

ஆழ்கடலில் நீந்தி, கையில் எடுத்துச் சென்ற வெடி பொருட்களைக் கொண்டு, அங்குள்ள தடைகளை நொறுக்குதல் அல்லது அழித்தல் ஆழ்கடல் தகர்ப்பு முறை (underwater demolition) எனப்படுகிறது. இம் முறை இரண்டாம் உலகப் போர்க்காலத்தில் உருவாக் கப்பட்டுத் தொடர்ந்து செயல்பட்டு வருகிறது. ஆழ் கடல் தகர்ப்பு, நெருக்கடி நிலையில் தேவைப்படும் நோக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் உடனடிச் சிக் கன நடவடிக்கையாகும். நெடுநோக்குத் திட்டங்களுக் கும் சில சமயம் இத்தொழில் நுட்பமுறை பயன்படு கின்றது.

பயன்படுத்தும் சாதனங்கள். கப்பற் படையின ரால் ஆழ்கடல் தகர்ப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படும் நீச்சல் சாதனங்களில் ஆழ்கடல் சாதனம், எடை குறைந்த சாதனம், தன்னிறைவான ஆழ்கடல்

முச்சோட்டக் கருவி அமைப்பு ஆகியன உள்ளடங்கும். தரப்படுத்தப்பட்ட தகர்ப்புச் சாதனங்களும் தொழில் நுட்ப முறைகளும் மட்டுமே ஆழ்கடல் தகர்ப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெடிபொருளின் தேவையளவு அவ்வப்போது தகர்க்கப்படும் தடையின் உறுதியைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

பயன்பாடுகள். கப்பல் மீட்புப் பணி, வெடித் துப்பாக்கி வெளியேற்றுதல், ஆழ்கடல் தகர்ப்புப் படை ஆகியவற்றில் ஆழ்கடல் தகர்ப்புப் பணி பயன்படுகிறது. காண்க. வெடிப்பொருட்கள், கப்பல் மீட்பு

ம.அ.மோ.

ஆழ்கடல் துளைப்பு

கடல் நீரோட்டம், கடல் படுகையின் அமைப்பு, அதன் கூறுகள், அங்கு வாழ்ந்த பண்டைக்காலத்து விலங்கினங்கள் பற்றி அறிய ஆழ்கடல் துளைப்பு (deep sea drilling) தேவைப்படுகிறது. ஆழ்கடல் படுகையைத் துளைக்கும் எண்ணம் 1950 ஆம் ஆண்டில்தான் ஏற்பட்டது. இதனால் ஏற்படக்கூடிய பல விதச் சிக்கல்களை எண்ணெய்க்காக ஆழ்கடல் படுகையைத் துளைக்கும் போது அறிந்து கொண்ட செய்திகளால் தீர்த்துக் கொள்ள முடிந்தது.

அமெரிக்காவில் 1966 ஆம் ஆண்டு ஜாய்டஸ் என்ற மாதிரி மண் எடுப்புக் கூட்டுக் கடலியல் கழகம் நிறுவப்பட்டது. இந்நிறுவனம் குளோமர் சாலெஞ்சர் (Glomar Challenger) எனும் ஆய்வுக் கப்பலை 1968 ஆம் ஆண்டு முதல் ஆழ்கடல் துளைப்புக்காகப் பயன்படுத்தி வருகிறது. இக்கப்பலை வேண்டிய இடத்தில் நிறுத்தித் தேவையான மண் மாதிரிகளை எடுக்க முடியும். குடைவுக் குழாயை உட்செலுத்தக்கூடிய பளுதூக்கி (derrick) ஒன்றை இக்கப்பல் கொண்டுள்ளது. குடைவுக் குழாயின் மொத்த நீளம் ஏறக்குறைய 6100 மீ. ஆகும். 27 மீ. நீளமுள்ள சிறு குழாய்களை ஒன்றோடொன்று இணைத்து அமைக்கப்பட்ட இக்குழாயின் தொகுதி ஏறத்தாழ 9 மீ. நீளமும், 8 செ.மீ. அகலமுமுள்ள மண் மாதிரிகளை எடுக்கக்கூடியது. இதுவரை இக்குடைவுக் குழாய் 1190 மீ. ஆழத்தில் உள்ள மண் மாதிரிகளை எடுத்துள்ளது.

பல நூற்றாண்டுக் காலமாகப் படிந்துள்ள படிவுகளை ஆய்வதனால் ஒத்த அமைப்புடைய நிலப்பரப்புகளையும், எண்ணெய் வளமுள்ள பகுதிகளையும் கண்டறிய முடிகிறது. ஆழ்கடல் மண்மாதிரிகள் கண்ட நகர்வுக் (continental drift) கோட்பாட்டிற்குச் சான்றுகள் கொடுக்கின்றது. குளோமர் சாலெஞ்சரைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தது முதல் பல்லாயிரம் மீட்டர் ஆழம் வரையுள்ள மண் மாதிரிகள் திரட்டப்பட்டுள்ளன. ஆழ்கடல் துளைப்பு ஆய்வை ஸ்கிரிப்ஸ் கடலியல் ஆய்வு நிலையம் மேற்கொண்டு நடத்துவதுடன், இப்பணிக்கு ஆகும் பொருட் செலவை அமெரிக்க நாட்டு அறிவியல் நிறுவனம் ஏற்று உதவுகிறது.

ம.அ.மோ.

ஆழ்கடல் தொலைக்காட்சி

ஆழ்கடல் தொலைக்காட்சியில் பயன்படும் பொதுவான கோட்பாடுகளும், தொழில் நுட்பங்களும் தொலைமுறைக் கட்டுப்பாட்டு ஆழ்கடல் ஒளிப்பட இயலில் பயன்படுவனவற்றை ஒத்தனவே. இரண்டுக்கும் பொதுவான மேம்பாடுகளும் வரம்பு நிலைமைகளும் உண்டு. இரண்டிலும் ஆயப்படும் பொருள் பார்க்கப்படுகிறதே தவிர விரிவான சோதனைக்கு உட்படுத்தப்படுவது இல்லை. நீரின் கலங்கல்தன்மை (turbidity) படத்தின் தரத்தை விரைவாகக் குறைக்கின்றது. ஆயப்படும் பொருள் உயிரினம் சார்ந்ததாயின் பயன்படுத்தும் செயற்கை ஒளிகள் உயிரினத்துக்கு ஊறுவிளைவிக்கவும் வாய்ப்பு உண்டு, என்றாலும் ஆழ்கடல் காட்சி முறைகளுக்குத் தொலைக்காட்சி ஒன்றே ஆய்வாளருக்கு ஊறு நேராமல் பயன்படும் ஆய்வுக் கருவியாகும். காண்க, தொலைக்காட்சி; ஒளிப்படவியல், ஆழ்கடல்.

ஆழ்கடல் தொலைக் காட்சிக்கு ஏற்புடைய, நீர் புகாத, எளிதாகக் கொண்டு செல்லக்கூடிய பெட்டி ஒன்று தேவை. இது வலிமை மிக்கதாகவும் கடலாழ அழுத்தத்தைத் தாங்கக் கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும். ஒளிப்படக் கருவிக்கான மின்வழங்கலும் ஒளிப்படக் கருவியின் குறிப்பலைகளும் ஒரு வடம் வழியாகச் (cable) செலுத்தப்பட்டுப் பெறப்படுகின்றன. ஆழம் மிக மிக, இதற்காகப் பயன்படும் வடத்தைக் கையாள்வதிலும் பேணுவதிலும் மிகச் சிக்கலான தொழில்நுட்பமுறைகள் தேவைப்படுகின்றன. ஒளியே இல்லாத ஆழ்கடல் பகுதிகளைச் காணச் சிறப்பு வகைச் செயற்கை ஒளியமைப்புகளை ஏற்படுத்த வேண்டிய கட்டாயம் உருவாகிறது. இதற்கு டங்ஸ்ட்டன் இழை விளக்குகள் பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. இந்த அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்புகளும் மின்திறனூட்டும் அமைப்புகளும் கப்பலில் அமைந்திருக்கும். உருவாக்கப்பட்ட படங்களைச் செந்தரப் படக் கண்காணிப்புத் திரைகளில் வீழ்த்தி ஒப்பு நோக்குவர். நிலையான பதிவு தேவையெனில் இத்திரைகளில் விழும் படங்களைஇயங்கு அல்லது நிலைப்படப் பிடிப்புக் கருவிகளால் ஒளிப்படம் பிடிப்பர். இப்பட உருவத்தைக் கப்பலிலிருந்து கரையோரத்திற்கு மூடிய சுற்றுவழித் தொலைக் காட்சி மூலம் கொண்டு செல்லலாம். காண்க, மூடிய சுற்றுவழித் தொலைக்காட்சி.

விடிகான், படிம ஆர்த்திகான், எதிர்முனை மின்னிலை நிலைப்படுத்திய உமிழ்வான் (cathode potne-

tial stablized emitron) முதலிய பலவகைத் தொலைக் காட்சிப் படப்பிடிப்புக் குழல்கள் இதற்குப் பயன் படுகின்றன. படிம ஆர்த்திகான் மிகவும் உணர்திறன் (sensitivity) மிக்கது. உமிழ்வான் படவிளக்கம் மிக்கது. விடிகான் உயர்திறன், படவிளக்கம் இரண் டையும் போதுமான அளவுக்குக் கொண்டது. இது மிகவும் ஏற்புடையதாக கையாளத்தக்க அமைப்புடை யது. உயிரியல் சிறப்பியல்புகள் உள்ள செய்திகளைப் படம்பிடிக்கும்போது தொலைமுறை இமைக் கட்டுப் பாட்டு அமைப்பும்குவியமும் வில்லை தேர்ந்தெடுப்பும் தக்க ஒளி அமைப்பும் தேவை. காண்க, தொலைக் காட்சி முறைப் படப்பிடிப்புக் கருவி.

கடற்படையினராலும் துறைமுகப் பொறியாளர் களாலும் ஆழ்கடல் தொலைக் காட்சி பயன்படுத்தப் படுகிறது. ஆழ்கடல் சோதனைக்கும் உயிரியல் ஆய்வுகளுக்கும் உவர்நீர் மற்றும் நன்னீர் வாழ் உயி ரிகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி அறியவும் இது பயன் படுகிறது. அளவியலாகவும், பண்பியலாகவும் ஆழ் கடல் தாவர மிதவையுயிரிகள், ஆய்வுயிரினங்கள் வாழும் உயிரிலாப் பொருள்சூழலும் பிடிக்க இது உதவுகிறது. காண்க, கடலியல்.

உலோ. செ.

ஆழ்கடல் தொலைபேசி

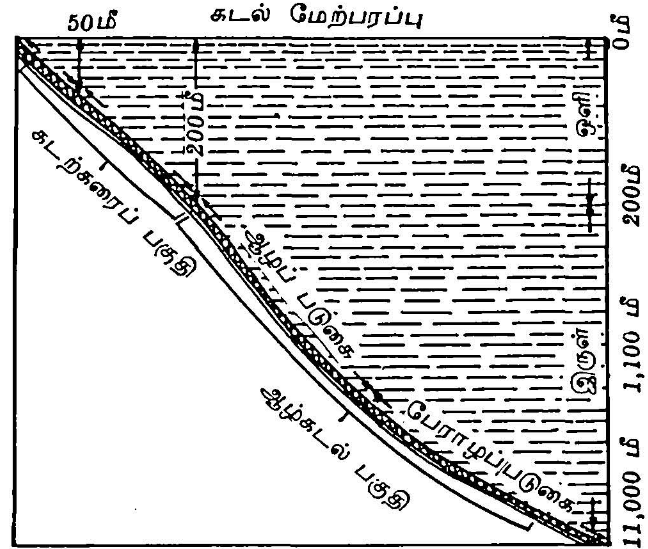
ஆழ்கடல் ஒலியைச் செய்தித் தொடர்புச் சாதனமா கக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படும் பேச்சுச் செய்தித் தொடர்பு அமைப்பே ஆழ்கடல் தொலைபேசி எனப் படும். இது மரபுத் தொலைபேசியை (telephone) யொத்ததே. தொலைபேசியில் ஒரு மின் கம்பி வழியாக மின்குறிப்பலைகள் செய்தியைக் கொண்டு செல்கின் றன. ஆழ்கடல் தொலைபேசியில் கடல் நீர் வழியாக ஒலியலைகள் செய்தியைக் கொண்டு செல்கின்றன. இந்த ஒலி ஓர் ஒலி வீழ்த்தியால் (projector) உண்டாக் கப்பட்டுச் செலுத்து முனையில் செலுத்தப்படுகிறது. பெறுமுனையில் (receiving end) ஒரு நீரியல் பேசி (hydrophone) இந்த ஒலியைப் பெறுகின்றது. ஒலி வீழ்த்திகளிலும் நீரியல்பேசிகளிலும் ஆழ்கடல் மாற்றிகள் பயன்படுகின்றன.

பொதுவாக நிலைத்த அலைவெண் உள்ள ஓர் ஊர்தியலை, பேச்சலையால் வீச்சுமுறைக் குறிப்பேற் றம் மூலம் குறிப்பேற்றப்பட்டுப் பெறுமுனையில் குறிப்பிறக்கப்படுகிறது. ஆழ்கடல் தொலைபேசியின் பயன்பாட்டு எல்லை சில கிலோ மீட்டர்களே. ஒலி மிக வேகமாக ஒடுங்கி விடுவதால் இது ஏற்படுகிறது. வானொலி அலை பரவ இயலாத கடலடியில் கம்பி யில்லாமல் செய்தித் தொடர்பு கொள்வதே இம்முறை யின் சிறப்பாகும். இது நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களில் பெரிதும் பயன்படுகினறது. காண்க, ஒலி, ஆழ்கடல்.

உலோ.செ.

ஆழ்கடல் பகுதி

ஆழ்கடல் பகுதி என்பது 200மீ. ஆழத்திற்கும் கூடுத லான ஆழமுள்ள கடலின் அடித்தளப் பகுதியாகும். கடலடித் தளம் கடற்கரைப் பகுதி (littoral zone), ஆழ்கடல் பகுதி (abyssal zone) எனும் இரு பிரிவு களைக் கொண்டது. கடல் மேற்பரப்பிலிருந்து 200 மீட்டர் ஆழம் வரை கடற்கரைப் பகுதி எனப்படும். ஆழ்கடல் பகுதி என்பது 200 மீட்டர் ஆழத்திலி ருந்து 11,000 மீட்டர் வரை அமைந்துள்ள பகுதியா கும். ஆழ்கடல் பகுதியினை மேலும் ஆழப் படுகைப் பகுதி (archibenthic zone), பேராழப் படுகைப் பகுதி (abyssalbenthic zone) என இரு பகுதிகளாகப் பிரிக் கலாம். ஆழப் படுகைப் பகுதி 200 மீட்டர் முதல் 1,100 மீட்டர் வரையும், பேராழப் படுகைப் பகுதி 1,100 மீட்டர் முதல் 11,000 மீட்டர் வரையும் நீடித் திருக்கும்.



படம் 7. கடலில் அடுக்கமைவு

சிறப்பியல்புகள். ஆழ்கடல் பகுதி குளிர்ந்த நீரையும் நிலையான இருளையும், அதிக அழுத்தத் தையும் ஒரே சீரான வெப்ப நிலையையும் கொண்டு தனக்கே உரிய சிறப்பியல்புகளுடைய ஒரு மாபெரும் இணையற்ற சூழ்நிலை மண்டலமாகத் திகழ்கிறது. ஏனெனில், இவ்விருள் சூழ் ஆழ்கடல் பகுதியின் ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் கடல் நீரின் இயற் பியல், வேதியியல் உயிரியல் பண்புகள் தத்தம் இயல் பினின்றும் திரிந்து முற்றிலும் மாறுபட்டுப் பல விந்தையான விலங்கினங்களையும் தீர்வு காண முடி யாத பல சிக்கல்களையும் தன்னகத்தே கொண்டு, உலகப் பரப்பில் பெரும் பகுதியைக் கவர்ந்துள்ளது. இந்நீர்ப்பகுதியானது காற்றின் அசைவு, இரவு பகல்

மாற்றம், சூரியன் நிலா ஈர்ப்புகள், பருவமாற்றங்கள் இவற்றிற்கெல்லாம் அப்பாற்பட்டுச் சலசலப்பில்லாத அமைதியானதொரு சூழ்நிலையைப் பெற்றுள்ளது. கடல் தோன்றிய காலந்தொட்டு இப்பகுதியில் முடிவில்லாத நிலையான இருள் தான் குடி கொண்டுள்ளது. ஆழ்கடல் உயிரினங்களிடையே காணப்படும் ஏராளமான மாற்றங்கள், வகைகள், விந்தையான வடிவமைப்புகள் ஆகியவற்றிற்கு இச்சூழலே காரணம் ஆகும். கடல்மேற்பரப்பிலிருந்து கீழே இறங்க இறங்கக் கதிரவனின் வெவ்வேறு நிற ஒளிக்கற்றைகள் படிப்படியே மாற்றமடைந்து, முடிவில் மங்கி விடுகின்றன. குறைந்த ஒளித்தன்மை உயிரினங்களின் நிறத்தை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றது. கதிரவனின் ஒளிக்கற்றையின் நீண்ட செங்கதிர்கள் தாம் கடல் மேற்பரப்பிலிருந்து 80 முதல் 100 மீட்டர் ஆழம் வரை ஊடுருவிச் சென்று முதலில் உட்கவரப்படுகின்றன. அடுத்தபடியாக 200 மீட்டர் ஆழம் வரை ஆரஞ்சுக் கதிர்கள் உறிஞ்சப்படுகின்றன. 200 மீட்டர் ஆழத்தில் ஞாயிற்றின் வெம்மை, ஆரஞ்சு மஞ்சள் நிறம் ஆகியவை சிறிது சிறிதாக மறைந்து, பச்சை, நீலப் பச்சை நிறங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. 200 மீட்டருக்கப்பால் பச்சைக் கதிரைக் காட்டிலும் நீல நிறக் கதிர்களே ஏறத்தாழ 1000 மீட்டர் ஆழம் வரை ஊடுருவிப் பாய்கின்றன. இதற்கும் கீழே ஒளியானது முற்றிலும் மங்கி ஒரே கும்மிருட்டாகி விடுகிறது. அவ்வப்போது பளிச்சிடும் உயிரினங்கள் உமிழும் உயிரொளியைத் (bioluminescence) தவிர வேறு ஒளி இந்த ஆழ்கடல் பகுதியில் கிடையாது. இப்பேராழப் பகுதியில் பகல் இரவு என்று வேறுபாடு இல்லை. அழுத்தம் மிகவும் கூடுதலாகவே அதாவது ஏறத்தாழ 1000 வளிமண்டல அளவு இருக்கிறது. ஆழ்கடல் நீரில் உள்ள இந்த உயர் அழுத்தமானது இங்கு வாழும் உயிர்களை நசுக்கி விடுவதில்லை. ஏனெனில் இவ்வுயிர்த் திசுக்களின் அழுத்தமும் ஆழ்கடல் நீரின் அழுத்தமும் சமமாக இருக்கும். வெப்ப நிலை இடைவெளி (temperature range) 3°C யிலிருந்து 0°Cக்கு உட்பட்டு ஒரே சீராகக் குன்றந்தே காணப்படுகிறது. இதனால் ஆழ்கடல் பகுதியினைக் குளிர்பாலைவனம் என ஆழ்கடல் வல்லுநர்கள் அழைக்கின்றனர். ஆழ்கடல் பகுதியில் உவர்மை (salinity) ஒரே சீராக 34.64 விழுக்காட்டுக்கும் 34.97 விழுக்காட்டுக்கும்இடைப்பட்ட குறுகிய இடைவெளிக்குள்ளே (narrow range) அமைகிறது. இக்கடல் மட்டத்தில் ஆக்சிஜன் அளவும் குறைவாகவே இருக்கிறது. அதிகமான அளவு ஒரு லிட்டருக்கு 5.88 கரு செ.மீ. இருக்கும். ஆழ்கடலின் இச்சிறப்பியல்புகளெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து, மனிதனுடைய ஆளும் எல்லைக்கு அப்பாற்பட்ட இப்பேராழப் பகுதியில் அமைதியான, ஒளியற்ற, ஓசையற்ற, அசைவற்றதொரு தனிப்பட்ட சூழ்நிலையினை உருவாக்கியுள்ளன. இந்தச் சூழலுக்கேற்ப ஆழ்கடல் உயிர்களின் வடிவமைப்பும், வண்ணங்களும் அமைந்துள்ளன.

ஆழ்கடல் உயிரினங்களின் தகவமைப்புகளும் வாழ்க்கை முறைகளும். சூரிய ஒளியின் சுவடே தென்படாத ஆழ்கடல் பகுதியில் விலங்கினங்கள் மட்டுமே இடம் பெறுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. எண்ணற்ற ஆழ்கடல் விலங்குகள் பேராழப்பகுதியில் (abyssal zone) வாழ்கின்றன. அவை விந்தையான தகவமைப்புகளையும் பெற்றுள்ளன.

குறைந்த ஆழமுள்ள கடல் மேற்பரப்பில் வட்டமிடும் கண்ணாடி நிறம் கொண்ட ஜல்வு மீன்கள் (jelly fishes) கடலடி ஆழத்தில் பழுப்பு நிறம் பெற்றுத் திகழ்கின்றன. அநேக ஆழ்கடல் மீன்கள் கடல் மேல்மட்டத்தில் நிலவும் வெள்ளி மீன்கள் போலல்லாமல்பெருமபாலும் இருள் சூழ்ந்த சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு கருப்பு, கருநீலம் கரும்பச்சை நிறத்திலேயே காணப்படுகின்றன.

எப்பொழுதுமே இருண்ட சூழ்நிலையில் வேட்டையாடி இரை தேட வேண்டிய காரணத்தால் ஆழ்கடல் மீன்களின் கண்களில்கூம்புகளைக்(cones)குறைவாகவும் மங்கிய ஒளியில் காண உதவும் கோல்களை (rods) அதிக அளவிலும் பெற்றிருக்கின்றன. இவ்வாறே நிலப்பகுதியிலும் இரவில் திரியும் விலங்குகளின் கண்களும் அமைகின்றன.

குகையில்வாழ்கின்ற விலங்கினங்களைப் போலவே ஆழ்கடல் விலங்குகள் பல சீர்கேடுற்ற கண்களையுடையனவாய், குருடாய் இங்குமங்கும் தடுமாறித் திரிகின்றன. இதனை ஈடு செய்வதற்கு நீண்ட உணர் கொம்புகள் (antenna), தொடுஉணர் உறுப்புகள் (tactile organs) மெல்லிய நீண்ட துடுப்புகள் ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளன. ஆழ்கடல் சூழலில் வாழ்வதற்குத் தொடுவுணர்வுகள் பெரிதும் துணை புரிகின்றன.

ஆழ்கடல் பகுதியில் ஆற்றல் நிறைந்து காணப்படுவதால் இம்மென்மையான சேற்றில் நடக்கத்தக்கவாறு முன்னாப்சிஸ் (munnopsis) எனும் ஐசோபாடில் (isopod) நீண்ட துடுப்புப் போன்ற இணையுறுப்புகள் உடலின் அடிப்பாகத்தில் உள்ளன. ஸ்டோமியாட்டாயிடுகள் (stomiatoids) எனும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சில மீன்களுள் சிலவற்றிற்குச் செதில்கள் கிடையா. இவற்றின் உடலில் (bathophilus sp,) தொளதொள எனத் தசை தொங்கிக் கொண்டிருக்கின்றது. எலும்புகளும், தசைகளும் ஒழுங்கற்ற முறையில் வளர்ந்துள்ளன. இம்மீன்களின் வாய் பெரிதாகக்காணப்படும். இருப்பினும் இம்மீன்களின் அபரிமிதமான உருவமைப்புகள் எந்த விதத்திலும் இடையூறாக இருப்பதில்லை. அவை, அசைவற்ற அமைதியான ஆழ்நீரில் பல்வகைப்பட்ட நுண்ணிய அமைப்புக்களை வளர்த்துக் கொள்ள முடிகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக சிலவகை ஆழ்கடல் மீன்களும், தூண்டில் மீன்களும் (angler fishes)

ஜல்வு போன்ற தடித்த ஜெலட்டின் உறைகளில் உடலை மூடிக்கொள்கின்றன இவை உடையக்கூடியவை எனினும் அசைவற்ற நீரில் உடைவதற்குரிய வாய்ப்பு ஏற்படுவதில்லை. இத்தகைய நீர் நிரம்பிய திசுக்களின் அடர்த்தியும் சுற்றியுள்ள கடல் நீரின் அடர்த்தியும் ஒத்திருப்பதால் அவை ஏறக்குறைய நடு நிலைமையில் மிதக்க முடிகின்றன. இத்தகைய அடர்த்தி கூடுதலான உடலமைப்பு இவ்விலங்குகளுக்குப் பெரிதும் உதவுகின்றது.

ஆழ்கடல் விலங்கினங்கள் யாவும் மேல் அடுக்கில் பரந்திருக்கும் உயிரினத்தை நம்பித்தான் உயிர் வாழ்கின்றன. பசியினால் வாடும் ஊனுண்ணிகள் ஒன்றையொன்று தாக்கி உணவாகக் கொள்கின்றன. அகன்றவாய் (big mouthed) என்றழைக்கப்படும் ஸ்டோமிட்டிடே (stomatidae) வகை மீன்களின் உடலின் பக்கவாட்டில் நீர்வழியும் துவாரங்களைப் போல் போட்டோபோர்ஸ் (photophores) எனும் ஒளி உறுப்புகள் வரிசை வரிசையாய் அமைந்திருப்பதால் இம்மீன்கள் இரவில் ஒளியினை உமிழ்ந்து கொண்டே செல்லும் போது விளக்கேற்றப்பட்ட பக்கத்துளைகள் (port holes) கொண்ட கப்பல் ஒன்று நகர்வது போன்றே தோன்றும். லாந்தர் விளக்கு மீன்களும் (lantern fishes) உடலின் பக்கவாட்டில் ஒளி சிந்தும் புள்ளிகளைப் பெற்றுள்ளன.

சிலவகை ஆழ்கடல் மீன்களில் காணப்படும் மற்றுமொரு விந்தை அவற்றின் தலைப் பாகத்தில் காணப்படுகிற தூண்டில் போன்ற ஒளி உறுப்பாகும். இவ்வுறுப்பானது முதுகுத் துடுப்பின் (dorsal fin) மருவலாகும். இம்மீன்கள் தூண்டில் மீன்கள் (angler fishes) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்தியக் கடல்களில் காணப்படும் தூண்டில் மீன்கள் ஆன்ட்டென்னரியஸ் ஹிஸ்பிடஸ் (*Antennarius hispidus*) எனப்படும். இவற்றின் முதல் முதுகுத் துடுப்பு மூன்று முட்களைக் கொண்டது. இவை கடலின் அடிமட்டத்திலுள்ள சகதியில் புதையுண்டு தமது தலையின் முன்புறத்தில் இடம் பெற்றிருக்கும் முதலாவது முதுகுத் துடுப்பு முள்ளை மாத்திரம் துருத்திக் கொண்டு வெளிப்படுத்தும். இம்முள் போன்ற துடுப்பாரையின் (fin ray) நுனி, புழு அல்லது மாமிசம் போன்ற ஒரு தசைப்பற்றுள்ள ஒளிவிடும் குமிழியில் முடிவடைவதால் மீனவர் போலவே இதனைத் தூண்டில் போல இயக்கிச் சிறிய மீன்களைத் தம்பால் ஒளியினால் ஈர்த்துக் கவ்வி விழுங்கிவிடும். தம் வாழ்நாள் முழுவதையும் இருள் சூழ்ந்த கடலாழத்திலேயே கழிக்கின்ற ஒளியுமிழும் ஆழ்கடல் மீன்களிடமிருந்தும், பிற விலங்கினங்களிடமிருந்தும் வெளிப்படும் ஒளி, உணவை ஈர்க்கவும் உறவினை அடையாளம் கண்டுகொள்ளவும் இணையைக் கவரவும், எதிரிகளிடமிருந்து தம்மைக் காத்துக்கொள்ளவும் பலவகைகளில் பயன்படுகிறது.

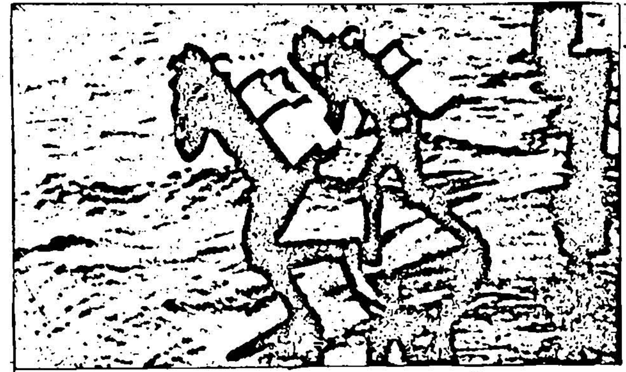
ஜி. எஸ். விஜயலெட்சுமி

நூலோதி

1. இராணி கந்தசுவாமி., தென்னிந்திய மீன்கள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973.
2. ஜெயராஜ் பாண்டியன்., சூழ்நிலையியல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1978.
3. Sverdrup, H. V. et al., The oceans: Their physics chemistry and general biology, Prentice Hal, Inc., New Jersey, 1942.

ஆழ்கடல் போராளிகள்

கடற்படையைச் சார்ந்த ஆழ்கடல் தகர்ப்புக் குழு உறுப்பினர்களை ஆழ்கடல் போராளிகள் என்று அழைக்கின்றனர். ஆங்கிலத்தில் இவர்கள் தவளை மனிதர் (frogmen) என்னும் பொருள்பட அழைக்கப் படுகின்றனர். இரண்டாம் உலகப்போரின்போது ஆழ்கடல் போராளிகளின் உதவியால் எதிரிகளின் தாக்குதலிலிருந்து படைகள் காப்பாற்றப்பட்டன. நீருக்கு அடியில் யாரும் பாராவண்ணம் தக்க நீர் மூழ்கிக் கருவிகளின் உதவியால் எதிரிகளின் கரையை ஆழ்கடல் போராளிகள் எளிதில் அடைந்தனர்.



ஆழ்கடல் போராளிகள்

ஆழ்கடலில் போராளிகள் முதலில் கடற்கரைப் பகுதி முழுதையும் நன்கு ஒற்றறிந்த பின்னரே, நீருக்கு அடியில் செல்கின்றனர். அவர்கள் செல்லக் கூடிய நீரின் ஆழம், தன்மை, நீருக்கடியில் காணப்படும் இயற்கைத் தடைகள், எதிரிகளால் இடப்படும் செயற்கைத் தடைகள், எதிரிகளின் தாக்குதல் தொலைவு ஆகிய தகவல்களை நன்கு அறிந்த பின்னரே நீருக்கடியில் செல்கின்றனர்.

ஆழ்கடல் போராளிகளின் பணிகளில் ஆழ்கடல் தடைகளை உடைத்தெறிதலே முக்கியமான பணியாகும். எதிரிகள் தங்கள் பாதுகாப்புக்காக வைத்திருக்கும் ஆழ்கடல் தடைகள், சிலசமயங்களில்

கப்பல்களுக்குக் கூடப் பெரும் சேதத்தை உண்டு பண்ணும் ஆற்றல் கொண்டனவ. ஆகவே முதலில் ஆழ்கடல் போராளிகளை அனுப்பித் தடைகளைத் தகர்த்தெறிவதால் தடையற்ற கடல் வழி கிடைக் கிறது. நன்கு நீந்தும் திறனும் ஆர்வமும் கூடிய படை வீரர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவர்களுக்குச் சிறப் பான பயிற்சியை இதற்கென்றே அளிக்கின்றனர். பொதுவாக எவ்வித ஆயுதமுமின்றிப் பணிபுரியப் போதுமான பயிற்சி ஆழ்கடல் போராளிகளுக்கும் அளிக்கப்படுகிறது. போருக்குப் பின்னர் ஆய்வுகளி லும், மீட்புப் பணியிலும் இவர்கள் ஈடுபடு கின்றனர்.

ம. அ. மோ.

ஆழ்கடல் வடம்

காண்க, அச்சொன்றிய வடம்

ஆழ்கடல் விலங்குகள்

ஆழ்கடல் விலங்குகள் தோற்றத்திலும், வாழ்நெறி யிலும் மற்ற இடங்களில் வாழும் விலங்குகளினின்று பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. ஆழ்கடல் மிகக் குளிர்ந்த, அழுத்தம் (pressure) மிக்க, இருண்டதொரு விந்தை உலகம். இப்படிப்பட்ட சூழலில் (environment) விலங் குகளின் இனப்பெருக்கம் (reproduction), வளர்ச்சி, உயிரிகள் வாழ்தல் யாவுமே மிகக் கடினமானவை.

குறுகிய அலைநீளங் கொண்ட ஒளிக்கதிர்களே கடல் நீரின் மிகுந்த ஆழத்திற்கு ஊடுருவிச் செல்ல வல்லவை. சூரிய வெப்பந்தாங்கிகளான அகச் சிவப் புக் கதிர்கள் (infra-red rays) நீண்ட அலை நீளங் கொண்டவையாக இருப்பதால் அவை கடல் நீரின் மேல் மட்டத்திலேயே உறிஞ்சப்படுகின்றன. அத னால்தான் ஆழத்திற்குச் செல்லச் செல்ல, வெப்பம் தணிந்து குளிர்ச்சி கூடுதல் ஆகிறது. மேலும் வெளிச்ச மும் படிப்படியாகக் குறைந்து இறுதியில் முழுமை யான இருள் சூழ்ந்து கொள்ளுகிறது. அகச்சிவப்புக் கதிர்களைவிடச் சற்று அதிக அலை நீளங்கொண்ட சிவப்பு, ஆரஞ்சு வண்ணக் கதிர்கள் 20 மீட்டர் ஆழம் வரைதான் ஊடுருவுகின்றன. இந்தப்பகுதியைக் கடலின் மங்கொளி பரப்பு (disphotic zone) என்பர். இங்கு தாவரம் ஏதும் கிடையாது. இந்த ஆழத்தில் வசிக்கும் மீன், கணவாய் போன்ற விலங்குகள் மிகப் பெரிய கண்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. கிடைக்கும் மிக மங்கலான ஒளியிலேயே பார்க்கும் திறனை வளர்த்துக் கொண்டிருக்கின்றன. சில விலங்குகளின் கண்கள் தொலைநோக்கி போல் மிக நீண்டும் தலை யின் மேல்புறமாயும் அமைந்திருக்கின்றன.

இங்கு வாழும் பல விலங்குகள் உயிரொளிர்வு முறையில் ஒளியுண்டாக்க வல்லவை. இவ்வகை விலங்கினங்களுக்கு இடையிலேயும் ஒளியுமிழும் உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை, அளவு, அமைப்பு, உமி ழும் ஒளியின் நிறங்கள் மாறுபடுகின்றன. உயி ரொளிர்வு, விலங்குகளுக்குப் பல்வேறு வகைகளில் பயன் தருகின்றது. சில விலங்குகள் உமிழும் ஒளி, சுற்றுச் சூழலை அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது. இன்னும் சிலவற்றிற்கு இனக்கலப்புப் பருவத்தில் இனமறிந்து சேர்வதற்குப் பயன்படுகிறது. தமக்கு உணவாகும் மற்ற விலங்குகளை ஈர்ப்பதற்காக இவ் வொளிர்வைப் பயன்படுத்தும் விலங்குகளும் உண்டு. சிலவகைத் தூண்டில் மீன்களின் தலைமேல் இருக்கும் தூண்டிலுறுப்பின் முனையில் ஒளியுறுப்பு அமைந் திருக்கும். தூண்டிலுறுப்பை ஆட்டிக்கொண்டே இவ்வகை மீன் அமர்ந்திருக்க, உமிழ்ந்த ஒளியால் ஈர்க்கப்பட்டுச் சில உயிரினங்கள் அருகில்வர மீன் உடனே அவற்றைப் பிடித்து உண்கிறது.

இந்த மங்கொளிப் பரப்பிற்குக் கீழே புற ஊதாக் கதிர்கள், காமாக் கதிர்கள் போன்ற கண்ணுக்குப் புலப்படாத குறுகிய அலைநீளக் கதிர்களே ஊடுருவு கின்றன. இது இருள்கவ்விய வட்டாரம் (aphotic zone) ஆகும். இங்கு வாழும் விலங்குகள் செயலற்ற (vestigeal) மிகச் சிறிய கண்களைப் பெற்றிருக் கின்றன. அல்லது கண்களற்றே இருக்கின்றன. ஆனால் பார்வையற்ற நிலையில் இவ்விலங்குகளின் தொடுவுணர்வு மேலோங்கி நிற்கிறது. நன்கு செயலாற்றக்கூடிய, வளர்ச்சியுற்ற, மிக நீண்ட தொடுவுணர்வு உறுப்புக்களை இவ்விலங்குகள் பெற்றிருக்கின்றன.

இந்த இருட்டுப் பரப்பில் தாவரங்களே இல்லை யாதலால் உணவுத் தேவைகளுக்குக் கடலின் மேற் பரப்பைநம்பியே ஆழ்கடல் விலங்குகள் வாழ்கின்றன. கடலின் மேல் மட்டத்தில் இறந்துவிடும் விலங்கு களின் உடல்கள் கடலுக்குள் மூழ்கி, இங்கு வாழும் பல விலங்குகளுக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றன. மேலும் பல விலங்குகள் இங்கு ஒன்றையொன்று விழுங்கியும் உயிர் வாழும் இயல்புடையன. இப்படி, பிற விலங்குகளைப் பிடித்து விழுங்குவதற்கும், மேலிருந்து பொழியும் உணவு மழையிலிருந்து உணவுத்துளிகளைப் பெறுவதற்கும் இவ்விலங்குகள் அகன்ற வாயுடன் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக இங்கு வாழும் மீன்களின் வாய் மிகவும் பெரியது. மற்றும் பிடிபடும் விலங்கு, இருட்டைப் பயன்படுத் தித் தப்பிவிடாமல் தடுக்கும் வகையில் மிகக் கூரிய நீண்ட பற்களைக் கொண்டும் விளங்குகின்றன. சில வகை மீன்களின் வயிறு மிகவும் விரிவடையும் தன்மை கொண்டு தன்னளவுள்ள இரையைக் கூட விழுங்குவதற்கு ஏற்றதாக உள்ளது. சில மீன்களின் வால் பகுதி, இரையைப் பிடித்துச் சுருட்டிக் கொள் வதற்கு ஏற்றதாக மிக நீண்டு பாம்பு போல் காட் சியளிக்கிறது.

ஆழ்கடல் விலங்குகள் பொதுவாகச் சிறியவை. நீரின் அழுத்தமும், உணவுத் தட்டுப்பாடுமே இச் சிறிய உருவத்திற்குக் காரணங்கள். விலங்குகள் எண்ணிக்கையில் மிகக் குறைவாக இங்கு வாழ்வதற்கும் உணவுப் பற்றாக்குறையே முக்கியமான காரணம்.

காரிருளிலே தன் இணையைத் தேடிக் கலந்து இனப்பெருக்கம் செய்வது மிகவும் கடினம். இதற்காக எட்ரியோலைக்னஸ் (edriolychnus) போன்ற மீன்கள் ஒரு புது வழியைக் கடைப்பிடித்து வெற்றி காண்கின்றன. இம்மீன்கள் இருட்டிலேயே பிறந்து வளர்ந்து வாழ்வதால் ஓர் ஆண் மீனும் ஒரு பெண் மீனும் சந்திப்பது அரிதாகிவிடுகிறது. இப்படி ஆணும் பெண்ணும் இயல்பாகச் சந்திக்க நேர்ந்தால் உடனே இரண்டும் இணைந்துவிடுகின்றன. பருவம் வாராத நிலையிலும் கூட அவ்வாறே இணைகின்றன. எப்படியெனில் குட்டி ஆண் மீன் பெண் மீனின் உடலைக்கவ்விக் கடித்து ஒட்டிக்கொள்கிறது. இந்த இணைப்பு முழுமையுற்று, ஆண் மீன் தனித்தன்மையையே இழந்து, பெண்ணின் குருதி மூலமாக ஊட்டம் பெற்று ஓர் ஒட்டுண்ணியாகவே வாழ்கிறது.

ஆழ்கடலின் அடித்தளம் மிக மென்மையானது. கடலின் மேற்பரப்பில் வாழும் கடல்வாழ் நுண்ணுயிரிகள் (micro organisms) இறந்தபின், அவற்றின் உடற்கூடுகள் (skeletons) நீரில் மெல்ல இறங்கி அடித்தளத்தில் பல மீட்டர் உயரத்திற்குப் படிந்து நிற்கின்றன. இதனால் 'ஆழ்கடலின் அடித்தளம் புதை மணல் போல் மிக மென்மையான அமைப்புடன் கூடியதாக விளங்குகிறது. அங்கு வாழும் அடித்தள விலங்குகள் இத்தகைய சூழ்நிலைக்கேற்ற உடலமைப்புடன் திகழ்கின்றன. குலியோலஸ் (culeolus) என்ற வால் முதுகுநாணி (urochordate) இரண்டு அல்லது மூன்றடி நீளமுள்ள கயிறு போன்ற ஹைலோநீமா (hyalonema) போன்ற கண்ணாடிக் கயிறு கடற்பஞ்சுகளும் (glass rope sponge), கடல் அல்லிகளும் (sea lily), கடற்பேனாக்களும் (sea pen), நீண்ட வேர் போன்ற அமைப்புடன் இங்கு பொருந்தி வாழ்கின்றன. இவற்றைப்போல் இங்கு வாழும் முன்னாப்சிஸ் (munnopsis), நிமடோகார்சினஸ் (nematocarcinus) போன்ற கணுக்காலிகள் இந்த மென்மையான அடித்தளத்தின் மேல் மூழ்கிவிடாமல் நடப்பதற்கு ஏதுவாக மிக நீண்ட கால்களுடன் விளங்குகின்றன.

அழுத்தத்தின் காரணமாக ஆழ்கடல் நீரில் குறைந்த அளவிலுள்ள சுண்ணாம்புச் சத்தை விலங்குகள் பெருமளவில் உபயோகிக்க முடியாமல் போகிறது. அதனால் மிக மெல்லிய ஓடுகளையும் (shell) உடற்கூடுகளையும் கொண்டிருக்கின்றன அல்லது ஓடுகளும் உடற்கூடுகளும் இன்றியே வாழ்கின்றன.

நீர்மூழ்கி உடையில் தகுந்த காற்றுச் சாதனங்களோடு புகும் மனிதன் ஒருவன் 100 மீட்டர் ஆழம் வரைதான் செல்ல இயலும். இந்த ஆழத்தில் அழுத்தம் சதுர செண்டி மீட்டருக்கு 10 கிலோ கிராம் ஆக இருக்கும். ஆனால் பலவகைக் கடற்பஞ்சுகளும் நட்சத்திர மீன்களும் பிற வகை விலங்குகளும் சதுர செண்டிமீட்டருக்கு 1000 கிலோகிராமுக்கும் மேல் அழுத்தமுள்ள ஆழத்திலும் உயிர் வாழ்கின்றன. இந்த ஆழ்கடல் விலங்குகளின் உடற்குழிகளில் காற்றுக் கிடையாது. மீன்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படும் காற்றுப் பையும் (air bladder) கிடையாது. உடற்குழிகளில் காற்று இருந்தால் அங்கு சூழ்ந்துள்ள உயர் அழுத்தத்தால் உடலுக்குள் உள்ள காற்றுச்சுருங்கி உடல் ஒடுங்கி அவ்விலங்கு உயிர் துறந்து விடும். இவ்விலங்குகளுக்கு உடற்குழிகளில் காற்றுக்குப்பதில் எண்ணெயோ வேறு நீர்மங்களோ இருக்கின்றன.

ஆழ்கடல் விலங்கு வகைகள். ஆழ்கடலில் சிறு உயிரினங்கள் முதல் பெரும் மீன்கள் வரை காணப்படுகின்றன. பொரமினிபெர்கள், ரேடியோலேரியன்கள் போன்ற முதலுயிரிகள் (protozoa), ஹயலோனிமா, யுப்ளக்டெல்லா போன்ற கண்ணாடிக் கடற்பஞ்சு வகைகள் (sponges) காணப்படுகின்றன. மேலும் கற்பவளங்கள், கடற்பூக்கள், கடல்பேனாக்கள், வளையப்புழுக்கள், நண்டுகள், இறால்கள், தாடிப்புழுக்கள் (pogonophores), நாட்டிலஸ் nautilus), கணவாய், நட்சத்திர மீன்கள், கடல் அல்லிகள், கடல் முள்ளெலிகள் , குலியோலஸ், கடற்பஞ்சு போன்ற முதல்முதுகு நாணிகள் (protochordates) காணப்படுகின்றன.மீன்வகைகளில் ஸ்பீனாக்ஸ்,திருக்கைகள், கிமேரா (chimaera),ஹலோரிங்கஸ், ஹேரியோடா, ஜைகாண்டுரா,போட்டோஸ்டோமியாக்கள் (photostomias), போட்டோகோரினஸ் (photocorinus கேஸ்ட்ரோஸ்டோமஸ் (gastrostomus), சிடோமினஸ் (cetominus), இட்ரியோலிங்கஸ் (edriolynchus), கிரிப்டோசெரஸ் (cryptoceras), லினோபைரின் (linopyrene), பசோஜிகாஸ் (bassogigas) முதலியன இப்பகுதியில் காணப்படுகின்றன.

ஆழ்கடலில் வாழும் விலங்குகள் மிக மென்மையான உடற்பாங்குடன் திகழ்கின்றன. இங்கு கடல் நீர் அசைவின்றி, அமைதியாக இருப்பதால் இம்மென்மையான விலங்குகள் சேதமடையாமல் வாழ முடிகிறது. ஆனால் மனிதன் ஆய்ந்தறிவதற்காக இவற்றைக் கடலின் ஆழத்திலிருந்து மேலே கொண்டுவர முயலும்போது இவற்றின் உடல்கள் பெரும்பாலும் சிதைந்து விடுகின்றன. கடல் முள்ளெலியின் முட்களோ தொட்டவுடன் உதிர்ந்து விடுகின்றன. கடல் அல்லியின் கரங்களோ சிறு அசைவு ஏற்படினும் உடைந்து விடுகின்றன.

இவ்வாறு பல்வேறு வகைகளில் வியப்பூட்டும் வண்ணம், உடலில் மாற்றங்களை ஏற்று, கடினமான ஆனால் வெற்றிகரமான வாழ்க்கை வாழும்

இந்த ஆழ்கடல் விலங்குகள், சென்ற நூற்றாண்டில் அறிவியலார் மேற்கொண்ட சேலஞ்சர் என்ற கடலாய்வுப் பயணத்தின்போது, ஆழ்கடல் தூர்வாரி (dredge) போன்ற கருவிகளின் உதவியுடன், பெருமளவில் பெறப்பட்டு ஆராயப்பட்டன. அன்று தொடங்கிய ஆய்வுப் பணி இன்னும் முற்றுப்பெறவில்லை. *1960* இல் டிரியஸ்ட் என்ற ஆழ்கடல் நீர்மூழ்கி ஆய்வுக்கூடத்தின் உதவியுடன் உலகிலேயே ஆழமான கடற்பகுதியான மரியானா அகழி என்ற இடத்தில் இறங்கி ஆய்வாளர்கள் அங்கு வாழும் விலங்குகளைக் கண்டறிந்தனர்; ஒளிப்படமும் பிடித்தனர்.

அ.பசுபதி
ப. நடராஜன்

நூலோதி

1. Hill, M.N. (ed) The Sea, Vols. I, II, Inter Science Publishers Wiley, New York, 1963.
2. Idyll, C.P., Abyss, the deep sea and the creatures that live in it, Thomas Y. Growell Company, New York, 1971.
3. Marshall, N.B., Aspects of Deep Sea Biology Hutchinson, 1954.

ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவான்

ஆழ்கடலில் வெப்பநிலைகளைப் பதிவு செய்யும் கருவி ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவான் (bathythermography) ஆகும். இக்கருவி ஆழ்கடலின் வெப்பநிலை மாறுதல்களையும் அவைகளுடன் தொடர்புடைய அழுத்த மாறுதல்களையும் சுமார் 100,200 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும் அதற்கு மேலும் பதிவு செய்யப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கடலாய்வுக் கலம் (oceonography research vessel) நகர்ந்து கொண்டிருக்கும்போதே இப்பதிவானைக் கடலினுள் இறக்கி நீரின் வெப்பநிலை மாறுதல்களைக் கணிக்க இயலும். கடற்பயணத்தின் பொழுதே ஆழ்கடல் வெப்ப அழுத்த நிலை மாறுதல்களைக் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் மட்டுமின்றித் தொடர்ச்சியாகவும் பதிந்து கொள்ளப்பயன்படுவது இதன் சிறப்புத்தன்மையாகும்.

ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவானில் கீற்றுடன் (stylus) கூடிய வெப்பநிலை நுகரும் பொருள் இருக்கிறது. வெப்பமானி பாய்மமாகப் (thermometer fluid) பாதரசத்திற்குப் பதிலாக விரைந்து விரிவடையும் சைலீன் (xylene) பயன்படுத்தப்படுகிறது. நீளமான மெல்லிய செம்புக் குழாயிலுள்ள சைலீன் விரிவடைந்து கீற்றை நகர்த்துகிறது. இக்கீற்று வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப நகர்ந்து புகைபடிந்த தங்க முலாம் பூசப்பட்ட கண்ணாடித் தகட்டில் பதிவை ஏற்படுத்துகிறது. ஆழ்கடல் வெப்ப நிலைப் பதிவான் கடலில் அழுந்திய நிலையில் அழுத்தம் அதிகரித்து, கண்ணாடித் தகட்டை ஒரு பக்கமாய் நகர்த்துகிறது. இந்நிலையில் வெப்பநிலைப் பகுதித் தகடு மறுதிசையில் நகர்ந்து அழுத்தமும், வெப்பநிலையும் ஒரே சமயத்தில் பதிவாகின்றன. இவ்வாறு அழுத்த வெப்பநிலை வரைபடம் பெறப்படுகிறது. கடல் வெப்பநிலை ஆழப் பதிவுகளை விளக்கித் தெளிவு பெறப் பதிவான் கண்ணாடிப் பட்டைகள் இதற்குரிய படிப்பானில் (reader) வைக்கப்படுகிறது.

சாதாரண வெப்பமானியைப் பயன்படுத்திப் பெற்ற கடல் மேற்பரப்பு வெப்பநிலையுடன் ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப்பதிவை ஒப்பிட்டுக் கணிப்புச் செய்யப்படுகிறது. ஓராண்டில் வெவ்வேறு காலநிலைகளிலும் ஆய்வுக் கலங்களிலிருந்தும் கடலின் மேற்பகுதிக்கும் ஆழ்கடலுக்குமுள்ள வெப்பநிலை மாறுதல்கள் பெறப்பட்டுப் பல பதிவுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இம்மாறுதல்களைத் தொடர்பதிவாகவும் வரைபடத்தில் குறிக்கலாம். இந்த வரைபடம் ஒவ்வொரு மாதம் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாறுதல்களையும், வெப்பநிலையின் ஏற்றத்தாழ்விற்கான காரணங்களையும் சீரான நிலைப்பாதிப்பையும் இப்பாதிப்பு எவ்வளவு ஆழம் வரையுள்ளது என்பதையும் அறிய பயன்படுத்தப்படுகிறது. இப்பாதிப்பு கடல் மேல் மட்டத்தில் நிலநீர் கலப்பாலும்,வேறு பல நிலநீர் மாறுதல்களாலும் ஏற்படலாம். கடல் காற்று நிலைகளைப் பொறுத்துச் சீரான வெப்ப நிலையுள்ள கலப்புப் படிவின் ஆழம் வேறுபடலாம். 20 இலிருந்து 70 மீட்டர் வரை வெப்பம் விரைவாகக் குறைந்து வெப்பநிலைச் சரிவுப் பகுதி (thermocline) தோன்றுகிறது. 70 மீட்டர் ஆழத்துக்கு மேல் படிப்படியாக வெப்ப மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இந்தப் பதிவு கடல் மேல்மட்ட வெப்பநிலை அளவுகளை அறியத் துணை புரிந்தாலும் கடலுக்குள் உள்ள சேர்க்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலை அறியப் பயன்படாது. ஏனெனில் இந்த வெப்பக் கணக்கை அறிய வெப்பநிலை மாறுதல்களை அதன் ஆழத்திற்கு ஏற்ப அறிதல் அவசியமாகும். ஒரே அளவுள்ள வெப்பம், குறைவான நீர்ப் படிவில் அதிக வெப்ப மாறுதல்களையும், பெரிய நீர்ப் படிவில் சிறிய மாறுதல்களையும் ஏற்படுத்துகிறது.

விரைவில் விரிவடையும் தன்மையுள்ள ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவான்களைப் பயன்படுத்தி ஆய்வு வானவூர்திகள் ஆழ்கடலின் வெப்பநிலையைச் சுமார் 2000 மீட்டர் ஆழம் வரை அளக்க வாய்ப்புள்ளது. பல நாடுகளிலும் மாறுபட்ட சிறப்புத்தன்மையுடைய ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவான்கள் கடல் ஆய்வுக் கலங்களில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எஸ்.பி. சுப்பிரமணியன்

நூலோதி

1. Peter, K.W., Oceanography, An Introduction to the marine environment, John Wiley & Sons, 1970.

2. David A.R., Introduction to oceanography, Prentice-Hall International Inc., London, 1977.

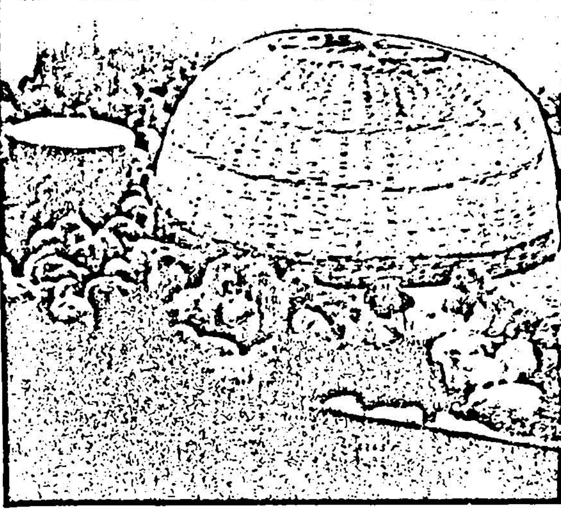
ஆழ்கூள முறையில் கோழி வளர்ப்பு

பேரளவுக் கோழிகளை ஒரே கோழி வீட்டில் அடைத்து வளர்க்கும் முறை இன்று பரவலாக நடைபெறுகிறது. கோழி வீட்டின் தரையில் கூளங்களைப் பரப்பி வைத்து அதன்மேல் கோழிகளை நடமாட விடும் முறைக்கு ஆழ்கூள முறை (deep litter system) என்று பெயர். நம் நாட்டில் பெரும்பாலான இடங்களில், இன்றும் வீட்டின் புறக்கடையில் கோழிகள் வளர்க்கப்பட்டு வருகின்றன. கோழி வளர்ப்பும் இதர துறைகளைப் போலவே ஒரு வருவாய் தரும் துறை என்று கடந்த 20 ஆண்டுகளாகத்தான் கண்டறிந்தனர். கடந்த 20 ஆண்டுகளாக உலகெங்கிலும் உள்ள கோழி ஆராய்ச்சி, கோழிப் பராமரிப்பு நிலையங்கள் வாயிலாகக் கோழிகள் பராமரிப்பு பற்றிய விவரங்கள் அறிவியல் ரீதியாகக் கிடைத்து வருகின்றன. எனவே கிராமங்களில் தன்னிச்சையாகக் கவனிப்பாரற்று இயங்கி வந்த கோழி வளர்ப்பு மாறுபட்டு வருவாய் தரக்கூடிய துறையாக இன்று மாறிவருகிறது. 1956 ஆம் ஆண்டு நம் நாட்டில் இருந்த 2000 மில்லியன் முட்டை உற்பத்தி 1971 ஆம் ஆண்டு 6000 மில்லியனாக உயர்ந்து இத்துறையின் மூலம் ரூ. 4000 மில்லியன் வருவாய் கிடைத்து வருகிறது.

கோழி வீடுகளின் அமைப்பு. கோழி வீடுகள் அமைக்கும்போது தண்ணீர் தேங்காமல் விரைவில் வடியக்கூடிய நிலத்தில் கட்டுவது நலம். ஒரு முட்டையிடும் கோழிக்கு 2.5 சதுர அடியும், இறைச்சிக் கோழிக்கு 1 சதுர அடியும் இடவசதி தேவை. சிறிய வீடுகளை அமைக்கும்போது 20′ × 20′, 24′ × 24′ 30′ × 30′ அளவு பரப்பினைக் கொண்ட வீடுகளை அமைக்கலாம். இவை முறையே 200, 300, 500 முட்டைக் கோழிகளுக்குப் போதுமானவை. இவற்றின் வீடுகளை நான்கு பக்கமும் தரையிலிருந்து 1½ அடி உயரத்திற்குச் செங்கல் சுவரையும், அதன் மேல் 6 அடி உயரத்திற்குக் கம்பிவலைச் சட்டங்களையும் கொண்டனவாக அமைக்க வேண்டும். தட்ப வெப்ப நிலைக்கு ஏற்பவும், பொருளாதார நிலைக்கு ஏற்பவும் எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்களான ஓடு, பனை ஓலை, தென்னங்கீற்று, கல்நார் அல்லது சிமெண்ட் தகடுகள் தகரம், முதலியவை கொண்டு கூரை அமைக்கலாம். பக்கங்களில் மழைச் சாரல் அடிக்காமல் பாதுகாக்க நிலைமட்டத்தில் இருந்து சுமார் 3.5 அடி உயரம் வரை கித்தான், சாக்கு அல்லது தென்னந் தட்டிகளைத் தொங்கவிட வேண்டும். தரையைச் சுண்ணாம்பு அல்லது சிமெண்ட் கலவையினால் நீர் கசியாத வண்ணம் அமைப்பது சிறந்தது. கோழி வீட்டிற்கு மின்சார வசதி இருத்தல் மிகவும் அவசியம்.

கோழி வீட்டிற்கு வேண்டிய துணைக்கருவிகள். குஞ்சு பொரித்த 20 வாரத்திற்கு மேல், கோழிக்குத் தீவனத் தொட்டிகள் வைக்க வேண்டும். 100 கோழிகளுக்கு 5″ தீவனத் தொட்டிகள் தொங்கும் முறையில் அமைக்க வேண்டும். கோழிகளின் வயதைப் பொறுத்துத் தீவனத் தொட்டிகள் இடவசதியுடன் அமைய வேண்டும். 4 வாரம் வரை 1″, 5 முதல் 8 வாரம் வரை 2″, 9 முதல் 20 வாரம் வரை 3″, 20 வாரத்திற்கு மேல் 5″ தீவனத் தொட்டிகள் அமைக்க வேண்டும். எக்காரணத்தைக் கொண்டும் தேவைக்குக் குறைந்த அளவு இடவசதி அளித்தல் கூடாது, ஏனெனில் அது ஒன்றை ஒன்று கொத்திக் கொள்ளுதல், இறகுகளைப் பிடுங்குதல் ஆகிய தீய பழக்கங்களை மிகைப்படுத்துவதுடன் தொற்று நோய்கள் பரவவும் காரணமாகும். பெரும்பாலும் ஒருகோழிக்கு நான்கு வார வயது வரையில் 0.5 சதுர அடியும். 10 வாரம் வரையில் 1 சதுர அடியும், 20 வாரம் வரையில் 2 சதுர அடியும், 22 வாரங்களுக்கு மேல 2.5 சதுர அடியும் பரப்புத் தேவைப்படும். பிளாஸ்டிக் அல்லது அலுமினியத்தால் செய்யப்பட்ட கிண்ணங்கள் வைத்துக் கோழிகளுக்குத் தண்ணீர் வசதி ஏற்படுத்தலாம். 4,8 காலன் தண்ணீர்த் தொட்டிகள் 1000 கோழிகளுக்குப் போதுமானவை. முட்டையிடுவதற்கான பெட்டிகள் ஒவ்வொன்றும் 5′ நீளமும் 2′ அகலமும் இருக்க வேண்டும். இவை 25 முதல் 35 கோழிகளுக்குப் போதுமானவை.

குஞ்சு வளர்ப்பு. கோழி நோய்கள், அடை முட்டை மூலமாகவும், முட்டையிலிருந்து பொரித்த குஞ்சுகள் மூலமாகவும் பண்ணைக்கு வர வாய்ப்பு உண்டு. நோய்களற்ற குஞ்சுகளை உற்பத்தி செய்யும் நம்பகமான குஞ்சு பொரிப்பு நிலையங்களிலிருந்தே குஞ்சுகளைத் தருவிக்க வேண்டும். கோழிக் குஞ்சுகளுக்கு முதல் இருபத்து நான்கு மணி நேரம் வரை தண்ணீரும் தீவனமும் இல்லாமல் தாங்கக் கூடிய திறமை இருப்பதால் அவற்றை மிக எளிதாக எங்கும் கொண்டு செல்லலாம். தவிர ஒரு நாள் குஞ்சுகளை வாங்கி வளர்த்தால் பெரிய வளர்ந்த கோழிகளை வாங்குவதைவிடச் செலவு குறைவாகும். குஞ்சுகளை எப்பொழுதும் வயதான கோழிகளிலிருந்து தொலைவில் வைத்து வளர்க்க வேண்டும். குஞ்சு வீட்டிற்கு முக்கியமாக இரவு நேரங்களில்,குளிர்காற்றுப்போகாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். குஞ்சு வீட்டிற்கு மின்சாரம் அவசியம் தேவை. குஞ்சு வளர்க்கும் தரையைக் கிருமி நீக்கியைக் கொண்டு தூய்மை செய்து உமியைப்பரப்பி அதன்மேல் குஞ்சுகளுக்கு வெப்பம் கொடுக்கக் கூடிய குடை போன்ற அமைப்பைக் கொண்ட வளர்ப்புச் சாதனம் (brooder) தயார் செய்யவேண்டும். இச்சாதனத்தை உலோகம் அல்லது மூங்கில் தப்பைகளால் செய்யலாம். இதன் உட்புறத்தே மின்விளக்குகள் பொருத்தப்பட வேண்டும். குஞ்சுகள் வருவதற்கு முதல் நாளே உமி பரப்பி



படம் 1. குஞ்சு வளர்ப்புச் சாதனம்

அதன்மேல் செய்தித் தாள்களைப் பரப்பி வளர்ப்புச் சாதனத்தை மையத்தில் வைத்து மின் விளக்குகளை எரிய விட வேண்டும். குஞ்சு வளர்ப்புச் சாதனத்திற்குள் 95°F வெப்பம் இருக்க வேண்டும். இச்சாதனத்தைச் சுற்றி மூன்றடி தள்ளி வட்டமான 18 அங்குல உயரப் பாதுகாப்பு அட்டைச் சுவர்களை வைக்கவேண்டும். இந்தத் தடுப்புச் சுவர்களுக்கு இடையே மாறி மாறித் தீவனத் தொட்டிகளையும் தண்ணீர்த் தொட்டிகளையும் வைக்கவேண்டும். கோழிக் குஞ்சுகளை முதல் எட்டு வாரம் வரை மிகக் கவனமாகப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். கோழி நோய்கள் வராமல் இருப்பதற்காகத் தடுப்பு ஊசிகள் போடவேண்டும். முதல்நாள் மார்ரக்ஸ் நோய்த் தடுப்பும், 4 நாள் முதல் 7 நாள் வரை இராணிகெட் நோய்த் தடுப்பும், 2 ஆம் வாரமும் 6 ஆம் வாரமும் கோழி அம்மை நோய்த் தடுப்பும், 8 ஆவது வாரம் இராணிகெட், வெள்ளைக் கழிச்சல் நோய்த் தடுப்பும் செய்ய வேண்டும். இவற்றைத் தவிர மாதம் ஒரு முறை குடற்புழு நீக்கம் செய்ய வேண்டும். காக்சிடியோசிஸ் என்னும் இரத்தக் கழிச்சல் நோய் வராமல் தடுக்கச் சல்ஃபாமெசத்தின் என்ற மருந்தை நீரில் கலந்து குஞ்சுகளுக்கு அளிக்க வேண்டும்.

ஆழ்கூள முறை. கோழி வளர்ப்பு வீடுகளில் தரையில் எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய கூளத்தை இட்டு நொய், உமி, கடலைப் பொட்டு, மரத்தூள் ஆகிய வற்றில் ஏதாவது ஒன்றை 1 அடி வரை ஆழமாகப் பரப்பி அவ்வாறு அமைத்த தளத்தின் மீது கோழிகளை நடமாடவிடலாம். நாளடைவில் கோழி வீடுகளின் தரைகளில் பரப்பப்பட்ட ஆழ்கூளம் கோழிகள் கழிவுப் பொருள்கள், பாக்டீரியா ஆகியவை யாவும் வேதி மாற்றங்களால் மட்கி அம்மோனியா வாயு வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தும். பாங்காக ஆழ்கூளத்தை வாரம் இருமுறையாவது நன்கு கிளறிவிட்டுப் பாதுகாத்து வந்தால் ஆழ்கூளம் கோழிகளின் எச்சத்தின் ஈரத்தை நன்கு உறிஞ்சி ஆழ்கூளத்தில் உண்டாகும் வெப்பத்தால் நன்றாக உலர்ந்து காய்ந்த பொடியாகியிருக்கும். நாளுக்கு நாள் கூளமும் கழிவுப் பொருள்களும் நன்கு மட்கிப் பதனிடப்பட்ட ஆழ்கூளமாகும். இம்முறையால் கோழிகள் உடல்நலத்துடன் இருப்பதுடன் கோழி வீட்டைத் தூய்மை செய்யும் அவசியமும் தவிர்க்கப்படுகிறது. தவிர ஆண்டு தோறும் சுமார் 100 கோழிகளால் 2½ டன்கள் சிறந்த உரம் கிடைக்கிறது. ஆழ்கூளத்தில் தண்ணீர் சிந்தி நனையவிடக் கூடாது. நனைந்த கூளம் நோய்களை வளர்க்கும்; எனவே நனைந்த கூளத்தை உடன் அப்புறப்படுத்த வேண்டும்.

ஆழ்கூள முறையின் பயன்கள். இம்முறையில் கோழிகளைப் பேணும் செலவு குறைகிறது. சுமார் இரண்டாயிரம் கோழிகளின் தேவையை ஒரே கோழி வீட்டில் ஓர் ஆள், ஒரு பையன் ஆகிய இருவரைக் கொண்டு பராமரிக்கலாம். கோழி வீடுகளின் காற்றின் ஈரத் தன்மையை ஆழ்கூளம் மூலமாகக் கட்டுப்படுத்த முடியும்.



படம் 2. ஆழ்கூள முறை

வெளிக்காற்றில் ஈரத்தன்மை அதிகம் இருந்தால் அதனைக் குறைக்க ஆழ்கூளம் உதவும். ஆழ்கூளத்தின் அடியில் வெப்பம் ஏற்படுவதால் தீமை பயக்கும்

பாக்டீரியாக்கள் காக்சிடியோ போன்ற கிருமிகளின், குடற்பூச்சிகளின் முட்டைகள் யாவும் அழிக்கப்பட்டுக் கோழிகளின் உடல்நலம் பாதுகாக்கப்படுகிறது.மட்கிய ஆழ்கூளம் சிறந்த உரமாக மாறிவிடுகிறது. இதில் வைட்டமின், ரைபோஃப்ளவின் போன்ற நுண் ணூட்டச் சத்துக்கள் இருக்கின்றன. குளிர் காலங் களில் ஆழ்கூள முறையில் கோழிகளை வளர்ப்பதால் கோழி வீடுகள் வெப்பமாகவும், கோழிகள் நடமாடும் இடம் பஞ்சு மெத்தை போல இதமாகவும் இருக்கும். ஆழ்கூள முறையை நன்கு கடைப்பிடித்தால் கோழி வீடுகள் காய்ந்து மித வெப்பத்துடன் இருந்தால் கோழிகள் உடல்நலம் பெற்றவையாயும், அதிக முட்டைகள் இடுவதுடன் முட்டைகள் தூய்மையா கவும் எளிதில் சேகரிக்கக் கூடியவையாயும் இருக்கும். இவற்றில் கோழிகள் குப்பையைக் கிளறும் வாய்ப்பு இருப்பதால் இயற்கைச் சூழ்நிலை கோழிகளுக்கு அமைகின்றது.

இளம்கோழி வளர்ப்பு. இதில் ஒன்பது முதல் இருபது வார வயதுள்ள கோழிகள் இடம்பெறும். இளம் கோழிகள் நல்ல நிறத்துடன் முட்டை கொடுக்கக் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய முறைகள் பின் வருமாறு : எக்காரணத்தைக் கொண்டும் எட்டு வாரத்திற்குமேல் இருபது வாரத்திற்கு முன்பாகக் கோழி வீடுகளில் வெளிச்சம் கொடுக்கக் கூடாது; கோழிகளுக்குச் சரியான அளவில் தீவனம் கொடுக்க வேண்டும்; அதிக தீவனம் கொடுத்துக் கோழிகளைக் கொழுக்க வைக்கக் கூடாது; கோழி அறையில் கூளம் ஈரமாகாத முறையில் வைக்கப்பட வேண்டும்; கூளத்தை அடிக்கடிக் கிளறி விடவேண்டும்; தூய்மை யான தண்ணீரும் தரமான தீவனமும் எப்பொழுதும் கோழிகளுக்குக் கிடைக்குமாறு செய்யவேண்டும்; தீவனத் தொட்டிகளும் தண்ணீர்த் தொட்டிகளும் கோழிகளின் எண்ணிக்கைக்குத் தக்கவாறு போது மான அளவில் இருக்க வேண்டும்; வளரும் கோழி களுக்கு இரத்தக் கழிச்சல் நோய்த் தடுப்பு மருந்தைச் சரியான சமயத்தில் பயன்படுத்த வேண்டும்; தவிர மாதம் ஒருமுறை குடல்புழு நீக்கம் செய்யவேண்டும்; பதினெட்டாவது வாரத்தில் கோழி வீட்டில் முட்டை யிடும் பெட்டிகளைக் கோழிகளின் எண்ணிக்கைக் குத் தக்கவாறு வைக்கவேண்டும்.

முட்டையிடும் கோழிகளுக்குத் தேவையான இடம், தீவனம், தண்ணீர். இவற்றிற்கு வழிசெய்ய வேண்டும். சட்டிகளில் எப்பொழுதும் கிளிஞ்சலை நிரப்பி வைத்திருக்க வேண்டும். கோழியின் முட்டை களை ஒரு நாளில் நான்குமுறை திரட்ட வேண்டும். முட்டையிடும் கோழிகளுக்கு 21 ஆம் வாரத்திற்குப் பின் பகல் வெளிச்சத்திற்குமேல் இரவிலும் வெளிச் சம் தரவேண்டும். முட்டைகள் உற்பத்திக்கு வெள்ளை லெகான் கலப்பினக் கோழிகளான ஹைலைன் (High line), பாப்காக் (Popcock), இராணிஷேவர் (Queen shaver), ஆர்பர் எகர்ஸ் (Harfour Eggers), ஹைசெக் (Hish sec), டிகால்ப் (Degalf), ஆகியவை சிறந்தன. மேலும் இறைச்சிக் கோழி இனத்திற்கு யுளிப்ரோ (Eulepro), சாம்ராட்காப், (Samrotcop) ஸ்டார்ப்ரோ (Starbro), ராஸ் (Ross) போன்றவை இலாபகரமாக வளர்க்கப்படலாம்.

இரா.தா.

நூலோதி

1. கோபாலகிருஷ்ணன், செ.அ., கோழி பராமரிப்பு, நியூ செஞ்சுரி புக் ஹவுஸ், சென்னை, 1980.
2. சுந்தரராஜன், பொ., கோழிச் செல்வம். வானதி பதிப்பகம், சென்னை. 1978.

ஆழ்கூள முறையில் வாத்து வளர்ப்பு

கோழி, வான்கோழி, கின்னிக்கோழி, வாத்து, அன் னம், புறா ஆகியவை முட்டைக்காகவும், இறைச்சிக் காகவும் வளர்க்கப்படும் வளர்ப்புப் பறவைகளா கும்.

அசாம், இமய மலைப் பகுதி, மத்திய இந்தியா, தென் இந்தியா மற்றும் உள்ள தெற்கு நாடுகள் இத்தகைய பறவைகளின் பிறப்பிடம் ஆகும்.

அமெரிக்க இனம், ஆசிய இனம், மத்தியதரை இனம் என்று பொதுவாகப் பறவை இனத்தை மூன்று பெரும் பிரிவுகளகாப் பிரிக்கலாம்.

வாத்துகள் முட்டைக்காக வளர்க்கப்படுவதைக் காட்டிலும் முக்கியமாக இறைச்சிக்காகவே வளர்க் கப்படுகின்றன. வாத்துகள் சிரமமின்றித் தாங்களா கவே ஆகாரம் தேடிக் கொள்ளும் பழக்கமுள்ளவை. வாத்துக் குஞ்சுகள் மனிதனுக்குச் சுவையான உண வாகின்றன. முட்டைக்காக வாததுகள் வளர்க்கப் படுமேயானால் முட்டை விற்பதற்கு வேண்டிய ஏற் பாடுகளை முதலில் செய்து கொள்வது அவசியம்.

இறைச்சிக்காக வளர்க்கப்படும் இனங்களில் முக் கியமானவை ஜலஸ்பரி, பெகின், மஸ்க்கோவி முட்டைக்காக வளர்க்கப்படும் இனங்களில் முக்கிய மானவை காக்கி கேம்பல், வெள்ளைக் கேம்பல், இந்தியன் ரன்னர் என்பனவாகும்.

இறைச்சி இனங்கள்-ஜலஸ்பரி இன வாத்துகள். இவை வெள்ளை இறகுகளுடன் ஆரஞ்சு நிறக் கால் களும், அலகும் கொண்டவை. இவை நல்ல இறைச்சி இனமாகும்; மார்பிலே நல்ல சதைப்பற்றுக் கொண் டவை. நான்கு முதல் நாலரைக் கிலோ எடையுள் ளவை.

பெகின் இன வாத்துகள். இவை சந்தன நிற இற குகளுடன் ஆரஞ்சு நிறக் கால்களும், அலகும் கொண் டவை. 3.6 முதல் 4.2 கிலோ வரை எடை உள்ளவை.

மஸ்க்கோவி இன வாத்துகள். இவை தூய இன

மாகக் கருதப்படுவதில்லை ஆகவே இவை மற்ற வகை வாத்துகளோடு சேரும்போது முட்டை தரிப்பதில்லை. இவை அன்னம் போன்ற நடையுடையவை.

முட்டையிடும் இனங்கள்-காக்கி கேம்பல். கரும் பச்சை நிற அலகுடன் உடல் முழுதும் காக்கி நிறம் கொண்டவை. இனச் சேர்க்கைக் காலத்தில் ஆண் வாத்தின் தலை அழுத்தமான நிறமாக மாறும். ஆண் வாத்து 2.3 கிலோவும், பெண் வாத்து 2 கிலோவும் இருக்கும். இவ்வினம் 47 கிராம் எடையுள்ள வெள்ளை நிற முட்டைகளை இடும். ஓர் ஆண்டிற்குச் சராசரி 300 முட்டைகள் இடக் கூடியவை. இவை 2 முதல் 2.4 கி. எடையுடன், உண்ணச் சுவையாக இருக்கும்.

வெள்ளைக் கேம்பல். இது ஆரஞ்சு நிற அலகும், வெளிறிய உடல் நிறமும் கொண்டது. உண்ணச் சுவையாக இருக்கும்.

இந்தியன் ரன்னர், இவை சிறிய உடல்கட்டு உடையவை. இவை வாத்து நடை போடாமல் மற்ற பறவைகளைப் போல ஓடும் தன்மையுடையவை என்பதை இவற்றின் பெயரிலிருந்தே அறியலாம். இவற்றிற்குப் பல நிறங்கள் உண்டு. ஆனால் வெள்ளையும், வெளிறிய நிறமும் அதிகம் காணப்படும். பெண் வாத்துகள் நல்ல முட்டைகளை இடும் தன்மை உடையவை.

வாத்துகளில் கலப்பினங்கள் உண்டு. மற்ற பறவை இனங்களைப் போலவே அவை செயல்படும்.

தீவனம். வாத்துகளுக்கு மூன்று வகையான தீவனம் தயாரிக்கப்படுகிறது. அவை, தொடக்க நிலைத் தீவனம், வளர்நிலைத் தீவனம், வளர்ந்த வாத்துத் தீவனம் என்பனவாகும்.

இவற்றில் வளர்நிலைத் தீவனத்தில் 18 முதல் 20 விழுக்காடு புரதம் இருக்கும்படிப் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். தீனி வைக்கும் பெட்டிகள் வாத்தின் அலகிற்கு ஏற்றாற்போல் அகலமாக இருத்தல் அவசியம். வாத்துகள் அதிகமான நீர் பருகுவதால் கவனமாகப் பார்த்துத் தூய்மையான நீரை அளிக்க வேண்டும்.

வீடு. வாத்துக் குஞ்சுகளைக் கோழிக் குஞ்சுகள் போலவே தரையில் வளர்க்கலாம். தொடக்க வெப்ப நிலை சற்றுக் குறைவாக இருத்தல் நலம். அதாவது 30° முதல் 37° Cஇருந்தால் நல்லது. நான்கு அடி நீளம, இரண்டு அடி அகலம், 10 அடி உயரம் கொண்ட இரு தட்டுகளில் 25, 25 வாத்துக் குஞ்சுகளை மூன்று வாரம் வரை வளர்க்கலாம். அல்லது மூன்று அடி நீளம், ஏழு அடி அகலம், 6 அங்குலம் உயரம் கொண்ட ஒரு தட்டுச் சிறந்தது. இதில் 100 வாத்துக் குஞ்சுகள் ஒரு வாரம் வரை வளர்க்கப் படலாம். தொன்றுதொட்டு வரும் ஆழ்கூள முறைப் படி (deep litter system) நீண்ட நடுப்பாதையும், இரு பக்க வீடுகளும் உள்ள கட்டிடத்தில் தரையில் வளர்க்கலாம். மரத்தூள். வைக்கோல், மரச்சீவல், தவிடு, உமி முதலியவை தரை மேல் பரப்பி வைக்கப் படல் வேண்டும். வாத்துகள் அதிகமான நீர் அருந்தி, அதிகமாக நீர், மலம் கழிப்பதால் தரையைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ளல் வேண்டும். அல்லது கம்பி வலை மீது வாத்துகளை விடலாம். இதற்கு 8 அளவுத் தடிப்புள்ள அரைஅங்குல இடைவெளியிட்ட கம்பி வலை நல்லது.

வாத்துக் குஞ்சு வளர்ப்பும், கொழுக்க வைக்கும் முறையும். வாத்துகளை நான்கு வாரத்திற்குப் பிறகு தான் கொழுக்க வைப்பது தொடங்கும். 200, 200 வாத்துக்கொண்ட கும்பலாக, 10 கும்பல்களை ஓர் ஏக்கரில் விடலாம். 2 அடி உயரமுள்ள சுற்றுத் தடுப்பு, வாத்துக் கும்பலுக்குப் பாதுகாப்பாக அமையும். குளிர் காலத்தில வாத்துகளை வெளியே விட்டு வளர்ப்பதைக் குறித்துப் பல தவறான கருத்துகள் உண்டு. எனினும் எக்காலத்திலும் ஆழ்கூள அமைப்பில் வாத்துகளை வளர்க்கலாம். முன் கூறியபடியே வைக்கோல், மரத்தூள் பரப்பிய தரையிலோ வலைக் கம்பியின் மேலோ வளர்க்கலாம். இதற்கு 12 அளவுத் தடிப்புள்ள 1 அங்குலம் இடைவெளியிட்ட வலைக் கம்பியைப்பயன்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு வாத்துக்கும் 1 சதுரஅடி இடம் தேவை. ஆழ்கூள முறையில் வளர்க்கப்படும் வாத்துகளுக்குத் தாழ்வாரம் போன்ற திறந்தவெளி இருத்தல் அவசியம். இது உறுதியான சிமென்ட் அல்லது சாதாரண மண் தரையாக இருக்கலாம். குறைந்த செலவில் அதிக உற்பத்தி செய்ய முடியும். இத்தகைய முறையில் தரையில் நீர் தேங்காமல் வடிந்தோடச் செய்ய வேண்டும். அல்லது தரையை அடிக்கடி நல்ல முறையில் பூச்சிக்கொல்லி மருந்தைக் கொண்டு தூய்மை செய்ய வேண்டும். சிறிய வாத்துகளை வளர்க்கும்பொழுது குறுகிய இடத்தில் வளர்த்துப் பெரியவை ஆகும்போது அவற்றைப் பெரிய இடத்திற்கு மாற்றலாம்.

வளர்ந்த வாத்துகளை வளர்க்கும் முறை. வாத்துகளுக்கு நீந்துவதற்குத் தண்ணீர் வசதி செய்வதனால் எப்பயனும் இல்லை. ஆனால் குடிப்பதற்குக் குளிர்ந்த நீர் அதிக அளவில் வைக்க வேண்டும். தண்ணீர் குடித்த பின் வாய்க்காலில் வாத்து, தலையை நனைத்துக் கொள்ளும். மிகவும் எளிதான முறையில் 100 வளர்ந்த வாத்துகளை ஓர் ஏக்கர் நிலப் பரப்பில் அப்படியே விட்டுவிடலாம். மற்ற கால்நடைகளுக்குப் பயன்படாத சதுப்பு நிலத்தில் வாத்து நன்றாக மேயும்.

ஆழ்கூள முறையில் குளிர் காலத்தில் மூங்கிலினால் செய்த கூரையும், பக்கமும் உள்ள வீட்டில் சிமென்ட் தரை அல்லது கம்பி வலையில் விட்டுவிடலாம். இப்படிப்பட்ட இடத்தில் வாத்து ஒன்றுக்கு 2 முதல் 3 சதுர அடி இடம் தேவைப்படும். கட்டிடம்

கட்டுவது என்றால் 8 இலிருந்து 10 வாத்துகளுக்கு ஒரு வீடு வீதம், தரை சரிவாக இருக்கும்படி மண்தரையையும் அமைக்கலாம். ஒரு மூலையில் ஒரு கூரை அமைக்க வேண்டும். அண்மைக் காலத்தில் கோழிக் குஞ்சு வளர்ப்பதுபோல் தீவிர மேம்பாட்டு முறைப்படி வாத்து வளர்ப்பது வழக்கமாகிவிட்டது. மரத்தூள், தவிடு முதலியவை பரப்பப்பட்ட தரையும், தூய நீர் ஓடும் வாய்க்காலும் அதை ஒட்டிய ஒரு திறந்த வெளியும் கொண்ட தீவிர வளர்ப்பு அறை இதற்கு உதவியாக அமையும். இந்த முறையில் நல்ல காற்றோட்டத்திற்கு வழி செய்ய வேண்டும். மின் விசிறிகள் பொருத்தப்படுவது நல்லது. 200 முதல் 250 வாத்துகளை இந்த அறைகளில் வளர்க்கலாம்.

தீவிர முறைப்படி வளர்க்கும் அறைகளில் முட்டையிடுவதற்காக மூன்று வாத்துகளுக்கு ஒன்று என்ற விகிதத்தில் பெட்டிகளை வைக்க வேண்டும். இரண்டு வீடுகளுக்கு இடையேஉள்ள இடத்திலோ சுவர்ப்புறமாகவோ இப்பெட்டிகளை வைக்கலாம். மேலும் சீராக வாத்துக் குஞ்சுகள் கிடைப்பதற்கு இரண்டு முறைகளைக் கையாளலாம்.

முதலாவது, அடை காக்கும் முட்டைகளைத் தொடர்ந்து 25 முதல் 30 வாரங்களுக்கு இடும்படி வாத்துகளை ஊக்குவிக்கலாம்.

இரண்டாவது, மூன்று மாதம் வரை முட்டை இட்டவுடன் இறகு உதிர்ந்து முளைப்பதற்கு வற்புறுத்திப் பின் மூன்று மாதம் ஓய்வு கொடுத்து பின்மறுபடியும் ஒரு காலத் திட்டத்தில் முட்டையிட வைக்கலாம். இறகு உதிர்ந்து முளைப்பதற்குப் பறவைகளை இடமாற்றம் செய்தோ, தானியத் தீனி கொடுத்தோ விளக்குஒளியையும் தீனியையும் அதிகமாகக் குறைத்தோ வற்புறுத்தலாம்.

இனச் சேர்க்கையும், உணவும் இலாபகரமான வாத்து வளர்ப்பில் இரு முக்கிய அம்சங்கள், இவற்றை அடுத்து, தூய சூழ்நிலையும் தேவை. தொன்று தொட்டு வரும் வாத்து வளர்ப்பு முறையிலே தூய்மைக் குறைவுகள் காணப்படுகின்றன.

ஆழ்கூள முறைப்படி வாத்து வளர்ப்பில் நோய்த் தடுப்பு

வாத்துக் கொள்ளை நோய்த் தடுப்பூசி. இந்நோயின் அறிகுறி தென்பட்டவுடனேயே எல்லா வாத்துகளுக்கும் தடுப்பூசி போடுவது நல்லது. இராணிப்பேட்டை கால்நடை நோய்த் தடுத்து மருந்து நிலையத்தில் இத்தடுப்பூசி மருந்து தயார் செய்யப்பட்டு வருகிறது.

வாத்து ஈரல் கொள்ளை நோய்த் தடுப்பூசி. இந்நோய் இந்தியாவில்உள்ள வாத்துகளிடையே காணப்படாததால் இதற்குத் தடுப்பூசி இதுவரை தயாரிக்கப்படவில்லை.

இராணிக்கட் (Rauiket) (வெள்ளைக் கழிச்சல்). இராணிப்பேட்டை கால்நடை நோய்த்தடுப்பு மருந்து நிலையத்தில் இத்தடுப்பூசி மருந்து தயார் செய்யப்பட்டு எல்லாக் கால்நடை மருத்துவமனைகளுக்கும் ஆண்டு முழுவதும் சீராக அனுப்பப்படுகின்றது.

தீனியில் புதுமை. அண்மைக் காலத்தில் மேல் நாடுகளில் ஆழ்கூள வாத்து வளர்ப்பில் காலையில் 30 நிமிடம், மாலையில் 30 நிமிடம் தீவனத் தொட்டிகள் திறந்து மூடப்படுகின்றன. இம்முறையில் வாத்துகள் பெருந் தீனி தின்பது தவிர்க்கப்படுகின்றது.

பூசணம். கடலைப் பிண்ணாக்குத் தூள், கருப்பட்டிச் சாறு முதலியவை வாத்துத் தீவனக் கலவையில் சேரும்போது காளான்களால் தாக்கப்படுவதுண்டு. இவ்வகைக் காளான்கள் அஃப்ளிட்டாக்சின் (Aflitoxin) என்னும் ஒருவித நச்சுப் பொருளைத் தீவனக் கலவையில் உண்டுபண்ணுகின்றன. இவை 0.001 விழுக்காடு தீவனக் கலவையில் இருந்தாலும் கூட வாத்துகளைக் கொல்லக் கூடிய தன்மை உடையவை. ஆகவே, வாத்துத் தீவனத்தில் இது குறித்து மிக அதிகக் கவனம் செலுத்த வேண்டும்.

சத்துள்ள உணவும், தூய சூழ்நிலையும் இலாபகரமான வாத்து வளர்ப்பிற்கு உறுதுணையாக இருந்து வாத்து வளர்ப்போருக்கு அதிக இலாபம் தேடித் தரும்.

பி. எபினேசர்

நூலோதி

1. Charles Roscoe., Manual of Duck Keeping John Crowther Publication, Bognor Regis, 1980.
2. Leslie Bonnet., Practical Duck Keeping, Land Books Limited, London, 1960.
3. Ministries of Agriculture (Fisheries & Food), Ducks, & Goose, Her Majesty's Stationary Office, London, 1980.

ஆழ் சிதறடுக்குகள்

கடலிலுள்ள பல உயிரினக் கூட்டங்கள் பகலில், சூரிய வெளிச்சத்தின் பொழுது எதிராகக் கீழ்நோக்கி ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழம் வரை இடம்பெயர்கின்றன. இவ்வாறு இடம் பெயர்வதால் கடலில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் உயிரினங்களின் அடர்த்தி அதிகமாகிறது. கப்பலில் உள்ள ஆழங்காட்டும் கருவிகளிலிருந்து (echo sounders) வெளிப்படும் ஒலி அலைகள் இந்த அடர்த்தியான பகுதியை அடைந்ததும் எதிர்பலிக்கப்பட்டு மறுபடியும் கப்பலை அடைகின்றன. இதனால், கடலின் ஆழம் அதிகமாக இருந்தாலும். இந்த அடர்த்தியான பகுதியே கடலின் ஆழம் என்று கருவிகளால் பதிவு செய்யப்படுகிறது.இத்திறப் பொய் தடலடியைப் (false bottom) பதிவு செய்யக் காரண

மாகும் அடர்த்தி மிகு அளவில் உயிரினங்களைக் கொண்டுள்ள ஆழப்பகுதிக்கு ஆழ் சிதறடுக்குகள் (deep scattering layers) என்று பெயர்.

ஆழ் சிதறடுக்கு மாலையில் கடலின் மேல் மட்டத்தை நோக்கி எழுகிறது. இரவில் மிகவும் குறைந்த அடர்த்தியுடன் இருக்கிறது அல்லது இல்லாமலேயே போய் விடுகிறது. மறுநாள் காலையில் இந்த அடுக்கு மறுபடியும் உண்டாகிறது. கடலின் மேல் மட்டத்தில் மிதவை போன்ற உயிரினங்களின் சூரிய ஒளிக்கு எதிரான இந்தச் செங்குத்து இடப் பெயர்ச்சியைத் (vertical migration) தவிர, கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் மீன்கள் இந்த மிதவையுயிரிகளை உண்ணப்பகலில் மேல் நோக்கி இடம்பெயர்வதாலும் ஆழ்சிதறடுக்கு உருவாகிறது. மிதவையுயிரிகள் இரவில் கடலின் மேல் மட்டத்திற்குச் சென்றதும், இந்த மீன்கள் தங்களின் இருப்பிடமான கடலின் அடிமட்டத்திற்குச் செல்கின்றன. ஆழங்காட்டும் கருவிகள் மீன் இனம் ஒவ்வொன்றிற்கும் சிறப்புச் சைகைகளைப் பதிவு செய்வதால், ஆழ் சிதறடுக்குப் பகுதியில் கூடியுள்ள மீன் வகைகளைப் பற்றிய விவரங்களை இக்கருவிகள் மூலம் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. இவ்விவரங்கள் மீன்பிடி கலங்களுக்கு மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

பொதுவாக ஆழ்சிதறடுக்கு, பகலில் மூன்று அடுக்குகளாக உள்ளது. இவற்றில் ஆழமான அடுக்கு 520 முதல் 580 மீட்டர் வரையில் உள்ள நீர்ப்பகுதியில் உண்டாகிறது. இதில் சிறிய மீன்கள் அதிகம் காணப்படும். நடுமட்டச் சிதறடுக்கு சுமார் 430 மீட்டரில் இயுபாசிட்ஸ் (euphausids) என்ற உயிரினங்களால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. மேல்மட்டச் சிதறடுக்கு, 230 முதல் 270 மீட்டர் வரை உள்ள செர்ஜெஸ்டிட்ஸ் (sergestids) எனப்படும் ஒரு வகை இறால் மீன்களால் உண்டாக்கப்படுகிறது. இரவில் இந்த 3 அடுக்குகளும் மேலெழுந்து, ஒரே அடுக்காக இணைகின்றன. மறுபடியும் காலையில், இவை முன்னர் இருந்த நிலையில் மூன்றாகப் பிரிந்து கீழ்நோக்கி இடம் பெயர்கின்றன. அவ்வாறு கீழ்நோக்கி இடம்பெயரும் போது ஆழ் மட்டத்தில் இருந்த மீன் வகைகள் முதலில் பிரிந்து கீழ்நோக்கிச் செல்கின்றன; யுபாசிட் அடுக்கு இரண்டாவதாகவும், செர்ஜெஸ்டிட்ஸ் அடுக்கு மூன்றாவதாகவும் இடம் பெயர்கின்றன. இந்த மூன்று அடுக்குகளையும் சேர்ந்த உயிரினங்கள் ஒற்றையொன்று கடந்து செல்வதில்லை. இவைதவிர, பல்வேறு வகை மீன்கள் ஒட்டுடலிகள், கணவாய் மீன்கள் (squids) ஆகியவை ஆழ்சிதறடுக்குப் பகுதியில் முக்கியமாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் உள்ள உயிரினங்கள் தினமும் இடம் பெயர்வதால், வேகமாக நீந்தும் திறனையும், ஒலியைப் எதிர்பலிக்கும் குணத்தையும் கொண்டவையாய் இருக்கின்றன.

இவ்வாறு இடம்பெயரும் ஆழ் சிதறடுக்குகளைத் தவிர இடம்பெயராச் சிதறடுக்கும் உள்ளது. இது இரவிலும், பகலிலும் கடலின் மேல் மட்டத்தில் ஒரே அடுக்கில் சுமார் 100 மீட்டர் ஆழத்திற்குள் காணப்படுகிறது.

ஆழ்சிதறடுக்கு பொதுவாக உலகிலுள்ள எல்லாக் கடல்களிலும் ஏற்படுகிறது. பெரு, கலிபோர்னியா போன்ற இடங்களிலுள்ள கடல் பகுதிகளில் தெளிவாகவும், அடர்த்தி அதிகமாகவும் காணப்படுகிறது. பனிப் பகுதிகளில் கோடைக்காலத்தில் பகல் வேளை நீண்டிருக்கிறது. ஆர்க்டிக், மற்றும் அன்ட்டார்ட்டிக் பெருங்கடல்களில் ஆழ் சிதறடுக்கு இல்லை என்று முதலில் கருதப்பட்டது. தற்போது, ஆர்க்டிக் கடலில், உறைந்த பனிக்கட்டிகளின் அடியில் 50 முதல் 200 மீட்டர் ஆழத்தில் கோடைக்காலம் முழுதுமாக மூன்று முதல் ஐந்து மாதங்கள் வரை ஆழ் சிதறடுக்கு நிலைத்திருப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஏனைய மாதங்களில் இந்த இயக்கம் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை. இவ்வாறு இப்பகுதிகளில் ஆழ்சிதறடுக்கு தினமும் ஏற்படாமல், சில மாதங்களுக்கொரு முறை மாறுதல் அடைகிறது.

ஆழ்சிதறடுக்குப் பகுதியில் உயிரினங்களின் அடர்த்தி மிகவும் அதிகமாக இருப்பதாக முதலில் கருதப்பட்டது. ஏனெனில் அத்தகைய அடர்த்தியான பதிவுகள் ஆழங்காட்டும் கருவிகளில் ஏற்பட்டதே காரணம் ஆகும். ஆனால் ஆழ்சிதறடுக்குப் பகுதியானது முன்னால் கருதப்பட்ட அளவிற்கு அடர்த்தியாக இல்லை என்று கடலாய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர். ஆகையால் ஆழ்சிதறடுக்கு மீன்பிடித் தொழிலுக்கு மிகுந்த அளவில் உறுதுணையாக இராது என்ற கருத்து நிலவுகிறது.

இ. விவேகானந்தன்

நூலோதி

1. Mc Connaughey, B.H., Introduction to Marine biology, The C.V. Mosby Co., St. Louis., 1970.

ஆழ்நிலச் சரிவுகள்

நிலக்கோள மேலோட்டின் ஒரு பகுதி காலப்போக்கில் அமிழ்வதும், அதனால் பலநூறு மைல் தொலைவிற்கு நீளமும், பல மைல் தொலைவிற்கு அகலமும் உள்ள சரிவான பள்ளம் தோன்றுவதும் காலப் போக்கில் அதில் வந்து படியும் படிவுகளின் அளவு அதிகமாவதும் இயல்பாக நிகழும். மிக ஆழத்திற்குப் படிவு படிந்த சரிவான இத்தகைய இடங்களை ஆழ் நிலச் சரிவுகள் (geosyncline) எனலாம். பாறைகள் அதிக அழுத்தத்திற்கும் வெப்பத்திற்கும் உட்படுவதாலும், நிலக்கிளர்ச்சிகளாலும் (orogeny) பல மடிப்பு மலைகள் தோன்றுவதற்கு ஏற்ற அகன்ற

ஆழமான, நீண்ட சரிவான பள்ளங்களாக இவை அமைகின்றன.

1859 ஆம் ஆண்டு ஜேம்ஸ் ஹால் (James Hall) என்பவர் வட அப்பலேச்சியப் பாறைக் கட்டமைப்பையும் அடுக்கியலையும் (stratigraphy) ஆராயும் போது தொல்பழம் உயிரூழியில் படிவுகள் (paleozoic sediment) பல, தாழ் நீரில் ஏற்பட்ட ஆழ்கடல் படிவுகளாகவும் 12 கி.மீ. தடிப்புடையனவாகவும் இருக்கக் கண்டார். இவை, அதே காலப்பழமையுள்ள மடிப்பில்லாக் கட்டமைப்புடைய நிலப்புறப் பரப்பில் உள்ள பாறைத் தடிப்பைப் போன்று 10 அல்லது 20 முறை தடிப்புக் கொண்ட அகன்ற ஆழமான சரிவுப் பள்ளங்களாக இருந்தன. இவற்றை இவர் ஆழ்நிலச் சரிவுகள் என்று பெயரிட்டு அழைத்தார்.

இத்தகைய மணற்பாறை (sand stone), சுண்ணாம்புப்பாறை (lime stone), களிப்பாறை (clay stone) போன்றவை வேதியியல் உட்கூறு கொண்ட தடிப்பான படிவுகளாகக் காணப்படுவதால், அடியில் இருந்த பழைய பாறை சிறிது சிறிதாக உட்சென்று இருக்க வேண்டும். எனவே, இவ்வகை ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் இருந்து மடிப்பு மலைகள், நீண்ட காலக் கீழ்ச்சரிவுக்கு ஆட்படும்போது படிவுகள் படிந்து அப்பாறைகள் கீழ்ச்சரிவுக்கு ஏற்றாற் போல் நீண்ட, அகன்ற ஆழமான படிவுகளாகத் தோன்றின. இவற்றை ஆழ்நிலச் சரிவகங்கள் (geosynclinals) என 1873 இல் டானா (Dana) என்பவர் பெயரிட்டு அழைத்தார். பிறகு இவற்றை ஆழ் நிலச் சரிவுகள் (geosynclines) என்றே வழங்கலாயினர்.

தற்பொழுது நம் நாட்டில் உள்ள இமயமலைத் தொடர் முன்பு ஒரு காலத்தில் தித்திஸ் கடல் (sea of tethys) பரப்பில் இருந்த ஓர்ஆழ்நிலச் சரிவே ஆகும். அது சிக்கலான கட்டமைப்புகளைக் கொண்டு மடிப்பு மலையாகத் தற்காலத்தே உருவாகி உள்ளது.

ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் படிவுகள் படியப்படிய ஆழம் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். அதாவது மிகப்பெரிய கீழ்நோக்கிச் சரிந்த பிளவு ஏற்படும். அப்படிவு மேல் உள்ள அழுத்தத்தாலும் அதிக வெப்பத்தாலும், அதில் படிந்துள்ள படிவுகள் உருகி நிலக்கிளர்ச்சி (orogeney) ஏற்பட்டு மலையாக உருவாகி மடிப்பு மலைத் தொடராக (orogenic folded mountain belt) உலகில் நிலவுகின்றன.

ஆழ்நிலச் சரிவுகள் நிலையான புவிப்பரப்பிற்கு இடையில் நிலநடுக்கத்தினால் ஏற்படும் நிலக் கிளர்ச்சியால் உருவாகின்றன.

வட அமெரிக்காவில் காணப்படும் கார்டில்லேரியா (cordillaria) அப்பலேச்சிய (applachia), இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகள் கடலின் பக்கத்தில் அல்லது அருகில் ஏற்பட்டுள்ள ஆழ்நிலச் சரிவுகள் ஆகும்.

மேற்கூறிய அப்பலேச்சிய இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகளும் தொடர் வரிசையாகப் பிரிட்டானியத் தீவுகளருகில் ஸ்காண்டினேவியத் தொடரில் உள்ள கலிடோனியத் (caledonian) தொடர்களும் அட்லாண்டின் பெருங்கடல் பரப்புப் பரவுவதற்கு முன்பு தோன்றின. இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகளின் உருமாற்றம் அடைந்த இவ்வகைப் பாறைகள் தொல்பழங்கடலில் தோன்றியவை.

ஆழ்நிலச் சரிவுகளின் பல வகைகள் உண்டு. நில அடுக்கு நகர்வியல்ல் (plate tectonics), இந்த ஆழ் நிலச்சரிவுகளை அடிப்படையாக வைத்து 1970க்குப் பின்பு குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. எனவே நில அடுக்கு நகர்வியலைப் பற்றி ஆராயும் போது ஆழ்நிலச்சரிவுகளின் வகைகளைக் காணவேண்டும். ஆழ்நிலச்சரிவுகள் அமைந்துள்ள இடங்களையும் அவற்றில் படிந்த பாறைப் படிவுகளின் வகைகளையும் வைத்து ஆழ்நிலச் சரிவுகளைப் பல வகையாகப் பிரிவு படுத்துகின்றனர்.

இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகள் (eugeo syncline). இவ்வகை ஆழ்நிலச் சரிவில் படிந்துள்ள படிவுகளின் இடையிடையே எரிமலைப் பாறைகள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. மேலும், இவை நிலையான கடினமான நிலப்பகுதியிலிருந்து (kraton) சிறிது தொலைவு தள்ளியிருக்கின்றன.

மையோ ஆழ்நிலச் சரிவுகள் (miogeo syncline). இவற்றில் படிவுகள் மிகத் தடிப்பாக உருவாகியிருக்கும். எரிமலைப் பாறை இருக்காது. இவை நிலையான கடினமான நிலப்பகுதிக்குப் பக்கத்தில் தோன்றுகின்றன.

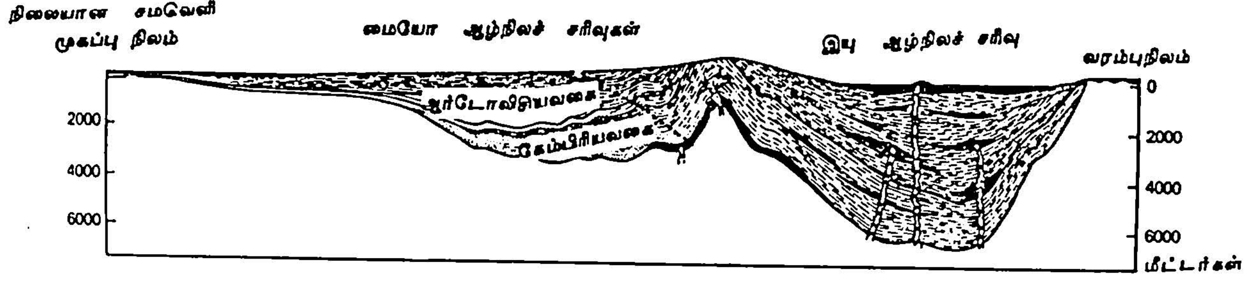
டெப்ரோ ஆழ்நிலச் சரிவுகள் (taphro geosyncline). இவை ஒரு பாந்த நீண்ட ஆழ் பள்ளங்களை ஒத்த வடிவமுடையன. இவற்றில் பெயர்ச்சிப் பிளவு இருக்கும். அல்லது நில நடுக்கப் பள்ளங்கள் அமைந்திருக்கும்.

பாரா ஆழ்நிலச் சரிவுகள் (para geosyncline). இவை நிலைப்பான நிலப் பகுதியில் தோன்றியுள்ள ஆழ்நிலச் சரிவுகளாகும்.

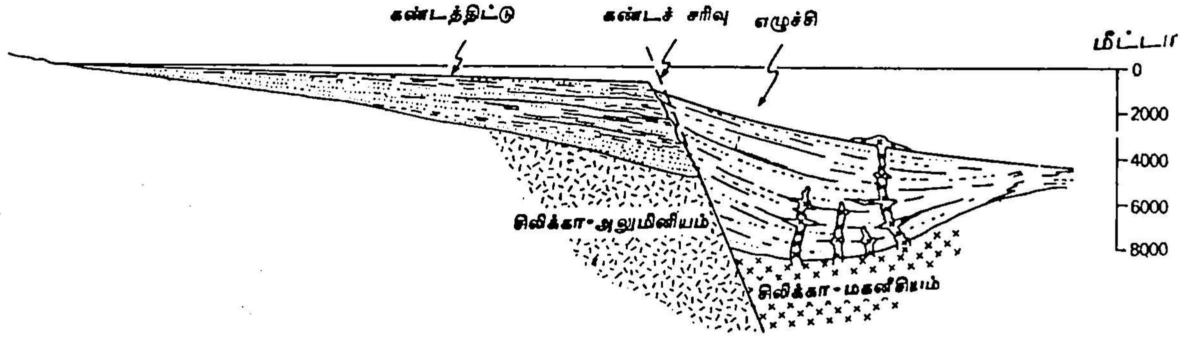
ஜூ ஆழ்நிலச் சரிவுகள். (Zeu geosyncline). நிலைப்பான நிலப் பகுதியில் தோன்றிய ஆழ்நிலச் சரிவின் விளிம்புகள் உயராமலிருந்தால் அவை ஜூ ஆழ்நிலச் சரிவுகள் எனப்படுகின்றன.

ஆட்டோ ஆழ்நிலச் சரிவுகள் (auto geosyncline). மேற்கூறிய நிலைக்குட்படாமல் இருக்கக்கூடிய வேறு வகை ஆழ்நிலைப் பள்ளங்களுக்கு ஆட்டோ ஆழ் நிலச்சரிவுகள் என்ற பெயர் பொருந்தும்.

கருப்பு நிறக் களிப்பாறை (dark shales) ஒழுங்காக அடுக்கப்படாத மணற்பாறைகள் இரண்டும் உள்ள பாறைக்குப் பெயர் கிரேவெக்கி. இவை படிப்



படம் 1. மையோ, இயு ஆழ்நிலச் சரிவின் நிலநகர்வுக்கு முன் நிலவிய வடிவம்



படம் 2. மையோ, இயு ஆழ்நிலச் சரிவு-டிட்சின் விளக்கம்

படியான படிவுகளுக்கு இடையிடையே குழம்பிய நீரோட்டப் படிவுகளைப் பெற்றுள்ளன இவற்றை இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் (eu geosyncline) காணலாம். ஆனால் மையோ ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் (mio geosyncline) வெண்மை பழுப்புக் கலந்த வெண்மை உடைய குவார்ட்சையும் சில டோல மைட்டுகளை உள்ளடக்கிய சுண்ணாம்புக் கல் படிவு களையும் காணலாம். இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் காணப்படும் எரிமலைப் பாறைகள் ஆழ்கடல் எரி மலைப் பாறைகளான ஸ்பில்லைட்டுத் தொகுதியைச் (spilite suite)சார்ந்தன. இவை சர்ப்பெண்டின் குளோரைட்டு நிறைந்து, சல்பைட்டு, எபிடோட்டு டன் காணப்படும்.

ஆழ்நிலச் சரிவுகளைப் பற்றிய கருத்து இடைக் காலத்தில் சரிவரக் கணிக்கப்படவில்லை. ஆனால் 1963 இல் டிஸ்ட் (Dietz) என்ற அறிஞர் கண்டத் திட்டு (continental shelves) இருக்கும் படிவுகளை மையோ ஆழ்நிலச் சரிவுகளுக்கும், கண்ட எழுச்சியில் (continental rises) தோன்றும் படிவுகளை இயு ஆழ் நிலச் சரிவுகளுக்கும் ஒப்பிட்டுக் காட்டுகின்றார்.

பிட்டி ஜான் (petti john) என்ற ஒரு படிவுப் பாறை இயு ஆழ்நிலச் சரிவுகளில் படியும் படிவுப் பாறை என அறிஞர் கிரேவெக்கி உறுதியாகக் கூறு கின்றார். ஆனால் இயு ஆழ்நிலச்சரிவுகளில் எரி மலைப் பாறைகளான ஸ்பில்லைட்டு (spilite), கெரட் டோபயரின் (kerotophyres) தொடுகை உருமாற்றத் தால் ஏற்பட்ட விளைவு என்று கூறுகிறார்.

சு. ச.

நூலோதி

1. Holmes, A. Holmes, D. L., Holmes Principles of Physical Geology, 3rd Edition, ELBS Edition, Great Britain, 1978.
2. Gorshov, G., Yakushova, A., Physical Geology, Mir Publishers, Moscow, 1967.

ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்கள்

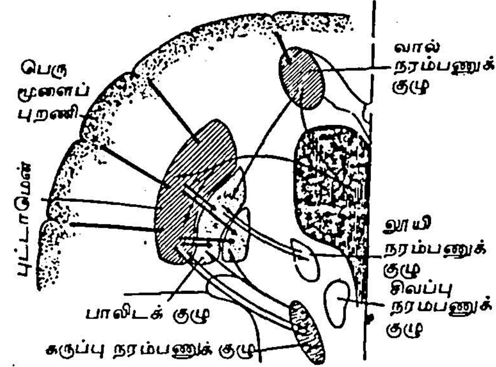
நமது உடலில் ஏற்படும் எல்லா இச்சைச் செயல்களும் நம் மூளையில் உள்ள பெருமூளைப் புறணியிலிருந்தே தோன்றுகின்றன. பெருமூளைப் புறணியை அந்தந்த இடத்தின் வேலைகளுக்கிணங்கப் பல இடங்களாக

ஆராய்ச்சியாளர்கள் பிரித்து உள்ளனர். அவ்விடங்களில் 4ஆம் பகுதி (area 4) ஒரு முக்கியமான இடமாகும். இப்பகுதியிலிருந்தே எல்லாவகை இச்சைச்செயல்களுக்கும் கட்டளைகள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. இக்கட்டளைகளைத் தாங்கிச் செல்லும் நரம்புப் பாதைகள் தண்டுவடத்தின் மேல்பகுதியில் உள்ள முகுளத்தில் (medulla) இரு கவிழ்க்கப்பட்ட கூம்புப் பட்டகங்களைப் போன்று காட்சியளிக்கின்றன. எனவே இப்பாதைகளைக் கூம்புப் பட்டகப் பாதைகள் (pyramidal tracts) என அழைக்கின்றனர். கூம்புப் பட்டகப் பாதைகளின் வழியே தான் இச்சைச் செயல்களுக்குரிய முக்கிய கட்டளைகள் தண்டுவடத்தை அடைகின்றன. கூம்புப் பட்டகப் பாதையின் வழியே செல்லும் நரம்புச் செய்திகள் மட்டுமே எல்லா இச்சைச் செயல்களையும் சரிவரச் செயல்படுத்த முடியா. அதற்கு உதவியாக வேறுபல நரம்புச் செய்திகள் பெருமூளைப் புறணியிலிருந்தும், பெருமூளையின் அடி ஆழத்தில் அமைந்துள்ள நரம்பணுக் குழுக்களிலிருந்தும், புறப்பட்டுக் கூம்பின் வழியல்லாமல் பல சுற்றுவழிகளின் மூலம், தண்டுவடத்தை அடைகின்றன. இப்பாதைகளை எல்லாம் கூம்புப் பட்டகப் புறப் பாதைகள் (extrapyramidal tracts) என அழைக்கின்றனர்.

இப்பாதைகளின் மூலம் செல்லும் நரம்புச் செய்திகள், கூம்புப் பட்டகப் பாதைகளின் வழியே வரும் கட்டளைகளுக்கு உதவியாய் நின்று, இச்சைச் செயல்களைத் தொடங்கவும், தேவைக்குத் தகுந்தபடி மாற்றியமைக்கவும் இன்றியமையாதனவாய் உள்ளன.

ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்கள் என்பன, பெருமூளையின் ஆழத்தில் அடித்தளத்தில் அமைந்திருக்கும். புறணியடி உந்தல் நரம்பணுக் குழுக்களுக்கெல்லாம் (subcortical motor nuclei) இது பொதுவான ஒரு பெயர். இந்த ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்களே கூம்புப் பட்டகப் புறப் பாதைகளின் முக்கியமான பிறப்பிடம் ஆகும்.

ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவில் உள்ள சில முக்கியமான அசைவியக்க நரம்பணுக் குழுக்கள், வால் அமைப்புக்கொண்ட நரம்பணுக் குழு (caudate nucleus), புட்டாமென் (putaman), பாலிடக் குழு (globus pallidum) என்பனவாகும். இந்த மூன்று முக்கியமான நரம்பணுக் குழுக்களும் கீழ்க்காணும் வேறு பல நரம்பணுக் குழுக்களுடன் நரம்பணுப் பாதைகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை தலாமசின் கீழேயுள்ள லூயி நரம்பணுக் குழு (subthalamic nucleus of luys) சிவப்பு நரம்பணுக் குழு (red nucleus) கருப்பு நரம்பணுப் பகுதிகள் (substantia nigra), நரம்புவலையமைப்பில் உள்ள நரம்பணுக் குழுக்கள் (nuclei in the reticular formation) ஆகியனவாகும். ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழு பல்வேறு நரம்பணுக் குழுக்களை உள்ளடக்கியிருந்



ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்கள்

தாலும் இந்த வெவ்வேறு நரம்பணுக் குழுக்களின் வடிவமைப்புகள் பொதுவாக ஒத்தவையாகத்தான் உள்ளன.

இந்த எல்லா நரம்பணுக் குழுக்களும் இரண்டு வகையான நரம்பு உயிரறைகளால் ஆனவை. சிறிய நரம்பு உயிரறைகள் பிற இடங்களிலிருந்து வரும் செய்திகளை வாங்குவதிலும், பெரிய நரம்பு உயிரறைகள் உள்ள பகுதி நரம்புச் செய்திகளை மூளையின் பல வேறு பகுதிகளுக்கு அனுப்புவதிலும் முனைகின்றன.

தூண்டுதலின் விளைவுகள். ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவை மின்சாரத்தினால் தூண்டினால், தூண்டப்படும் பகுதிகளுக்கேற்ப விளைவுகளும் மாறுபடுகின்றன.

பூனைகளில், வால் அமைப்புக் கொண்ட நரம்பணுக் குழுவை மின்தூண்டுதலுக்கு உள்ளாக்கினால் தலையைப் பக்கவாட்டில் திருப்புதல், கால்களை நீட்டி மடக்குதல் போன்ற அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வசைவுகள் பெருமூளையின் 4ஆம் பகுதியை அழித்த பிறகும் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகையான சோதனைகள் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்களில் ஒரு பகுதித் தசைகளில் அசைவை ஏற்படுத்தும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதைத் தெளிவாக்குகின்றன.

ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் வேறு சில இடங்களை மின்தூண்டுதலுக்கு உள்ளாக்கினால், பெருமூளைப் புறணியால் ஊக்குவிக்கப்பட்ட அசைவுகள் கூட முழுதும் நிறைவேற்றப்படாமல் பாதியிலேயே நிற்க வைக்கப்படுகின்றன. சில சமயங்களிலோ அவ்வசைவுகள் மெல்ல நெகிழ்ந்து மறைந்து விடுகின்றன.

அழித்தலின் விளைவுகள். ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் பல பகுதிகளை மின்சாரத்தின் மூலம் சிறுக

சிறுக அழித்து, அதன் விளைவுகளைச் சோதனை விலங்குகளிடம் கண்டதில், இவற்றின் வேலைகள் அவ்வளவு எளியவை அல்ல என்பது தெளிவாகிறது. மனிதக் குரங்குகளில், ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்களின் வலப்பக்கப் பகுதிகளில் சில அழிக்கப்பட்டால், இடப் பக்கத்தில் நடைபெறும் இச்சைச் செயல்களில் ஒருவகைத் தடுமாற்றமும் (clumsiness), இடப் பக்கத் தசைகளில் விறைப்புத் தன்மையும் (rigidity) ஏற்படுகின்றன. சில குரங்குகளில் அனிச்சை நடுக்கமும் (involuntary tremor) ஏற்படுகின்றது.

ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் வேலைகள். மேலே கூறப்பட்ட சோதனைகள் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் வேலைகளை ஓரளவு சுட்டிக்காட்ட உதவினாலும், இந்நரம்பணுக் குழுவின் துல்லியமான வேலைகள் (specific functions) இன்றைக்கும் புதிராகவே இருக்கின்றன.

படிமலர்ச்சியின் கீழ்ப்படிகளில் இருக்கும் சில விலங்குகளில் நடத்தல், பறத்தல் போன்ற சில அடிப்படைச் செயல்கள், பெருமூளைப் புறணியின் உதவியின்றியே ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவினால் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் வேலைகள் எல்லா விலங்குகளிடமும் ஒத்தவையாக இல்லை என்பதும், மனிதர்களுக்கும் குரங்குகளுக்கும்கூட ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் வேலைகளில் சிற்சில வேறுபாடுகள் உள்ளன என்பதும் ஆராய்ச்சிகளால் புலனாகின்றன. பொதுவாக ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவை மின்துண்டுதலுக்கு உள்ளாக்கினால் இயக்கு தசைகளில் ஒருவிதமான தொய்வு (hypotonia) ஏற்படுகின்றது. ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் சில பகுதிகள் அழிக்கப்பட்டாலோ தசைகள் இறுக்கமடைகின்றன (hypertonis). எனவே தசைகளின் இயல்பான இளகும் தன்மை (normal muscle tone) ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவிலிருந்து வரும் தொடர் நரம்பணுச் செய்திகளைச் சார்ந்து இருக்கிறது எனக் கொள்ளலாம்.

இது மட்டுமன்றி ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்களின் சில பகுதிகளை மின்தூண்டுதலுக்கு உள்ளாக்கினால் சில வகையான ஒரேதன்மையான தசையியக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகையான சோதனைகள் மூலம் நாம் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்கள் இச்சைச் செயலுக்குத் தேவையான தசையியக்கத்தையும், தசையிளகும் தன்மையையும், நுண்ணிய தசையியக்கத் திறனையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பதைப் புரிந்துகொள்கிறோம்.

ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவைப் பாதிக்கும் நோய்களும் அதன் விளைவுகளும். ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்களை அழித்தோ, அதன் நரம்புத் தொடர்புகளை அறுவை சிகிச்சையின் மூலம் துண்டித்தோ விலங்குகளிடம் செய்யப்படும் சோதனைகளின் விளைவுகள், மனிதனில் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவைப் பாதிக்கும் நோய்களின் குறிகளைப் போன்று இருப்பன வல்ல. எனவே சோதனை விலங்குகளில் ஏற்படும் விளைவுகளிலிருந்து மனித உடலில் ஏற்படும் மாறுதல்களையும், விளைவுகளையும் அதிகம் புரிந்து கொள்ள முடிவதில்லை.

ஆயினும் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் நோய் காரணமாக இறந்த மனிதனின் மூளையை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்ததிலும், பல நுண்ணிய ஆய்வுகளுக்கு உள்ளாக்கியதிலும் சில உண்மைகள் நமக்குத் தெளிவாகியிருக்கின்றன.

செயின்ட் விட்டசின் நடன நடுக்கம் (St. Vitu dance) எனப்படும் நோய் சிறு குழந்தைகளைத்தான் அதிகமாகப் பாதிக்கிறது. காரணமின்றித்திடீரென்று தோன்றி மறையும் அனிச்சைச் செயல்கள் (involuntary actions) ஒரு நடனத்தை நினைவூட்டுவதால் இந்நோய் இப்பெயர் பெற்றது. கோரியா (chorea) என்றும் இந்நோய் அழைக்கப்படுகிறது. இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட சிறுவர்கள், நோயினால் பிறக்கும் அனிச்சைச் செயல்கள் அடங்கி இருக்கும் நேரத்தில் இயல்பாகவே காணப்படுவதால், இந்நோயைச் சில சமயம் அடங்காப்பிடாரித்தனம் எனப் பெற்றோர்களும், ஆசிரியர்களும் நினைத்துவிடுகின்றனர். குழந்தைகளை வேண்டாத தண்டனைகளுக்கும் உள்ளாக்குகின்றனர்.

ஸ்டிரையேட்டு நரம்பணுக் குழுக்கள் (corpus striatum) அழிபட்டிருப்பதுதான் இந்நோய்க்கு மூல காரணம் என்று கருதப்படுகிறது.

அத்திட்டோசிஸ் (Athetosis). அத்திட்டோசிஸ் என்பது பாலிடக்குழுவும், ஸ்டிரையேட்டு நரம்பணுக் குழுவும் நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிருப்பதால் வரும் ஒரு நடுக்க நோயாம். கோணங்கித்தனமான காரணமற்ற, புழு நெளிவதைப் போன்ற முறுக்கு நடுக்கம் இந்நோயின் முக்கிய குறியாகும். இந்த நடுக்க நிலை காரணமாக இயல்பான இச்சைச் செயல்கள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. பெருமூளைப்புறணி, தாலாமஸ் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழு ஆகியவற்றின் தொடர்புள்ள நரம்புப் பாதைகள் பாதிக்கப்படுவதால் இந்நோய் வரலாம்.

பார்க்கின்சனின்நடுக்க நோய் (Parkinsonisms) அல்லது உணர்விழந்த நிலைநடுக்க நோய் (Paralysis agitans). இந்நோய், மிக இயல்பாகப் பார்க்கக்கூடிய ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுக்களின் பாதிப்பாகும். கருப்புச் சாயமேற்ற மூளைப் பகுதிகள் பாதிக்கப்படுவதாலும், பாலிடக்குழு அழிவுறுவதாலும் இந்நோய் தோன்றுவதாகக் கூறப்படுகின்றது.

பொதுவாக இந்நோய் கைவிரல்களையும், முன்கைத் தசைகளையும் பாதிக்கின்றது. மாத்திரை உருட்டுவது போன்ற விரல்களின் இடைவிடா நடுக்கமாகவும், அல்லது தவில் அடிப்பது போன்ற இடைவிடா

முன்கை நடுக்கமாகவும் இந்நோய் தொடங்கலாம். கைகள் ஒரு வேலையுமின்றிச் சும்மா இருக்கும்போது நடுக்கம் அதிகமாக இருக்கும். நடுங்கும் கைகளில் செய்தித்தாள் ஒன்றையோ குடை ஒன்றையோ கொடுத்தால் நடுக்கம் குறைந்துவிடுகின்றது. சில சமயம் மறைந்தும் விடுகின்றது. தூங்கும்போது இந் நடுக்கம் இருப்பதில்லை. பாதிக்கப்பட்ட கை கால் தசைகளில் இளகும் தன்மை மறைந்து இறுகும் தன்மை அதிகமாகத் தோன்றுகிறது. டோப்பமின் (dopamine) என்னும் நரம்பு வேதியியல் பொருள் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவில் குறைவதாலும் இந் நோய் வரலாம். செம்பு உலோகத்தின் உப்புக்கள் ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவில் அதிக அளவில் படிந் தாலும் இந்நோய் தோன்றலாம். அச்சமயம் கல்லீரலும் லென்சனைய அழிவுக்கு உட்படுகிறது. (hepato lenticular degeneration). ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் உடல் இயங்கியல் (physiology) இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. நோய்க்குறிஇயல் (pathology) மனிதனுக்கும் விலங்குகளுக்கும் மாறுபட்டு உள்ளது. இம்முரண்பாடு ஆராய்ச்சியின் வேகத்தைத் தடை செய்கின்றது. வருங்காலத்தில் உருவாகும் புதியமுறைகளால் இத்தடைகள் களையப்பட்டு ஆழ்நிலை நரம்பணுக் குழுவின் வேலைகள் தெளிவாகும் என்று நம்பலாம்.

அ. நமச்சிவாயம்

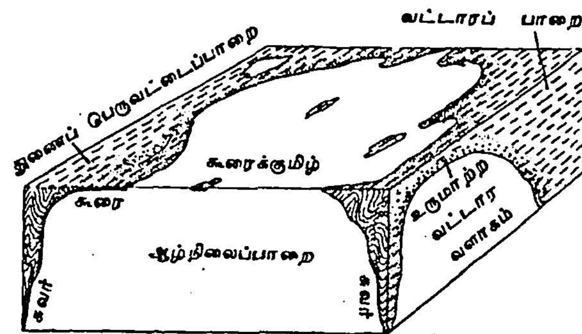
நூலோதி

John R. Brobeck, Best & Taylor's Physiological Basis of Medical Practice, Tenth Edition, 1978.

ஆழ்நிலைப் பாறை வழித் தாதுவாக்கம்

பெரிய, பரந்த புறப்பரப்பு அனற் பாறைகளால் (igneous rocks) அமைந்து அவ்வனற் பாறைகளின் அடித்தளம் புவியில் மிக ஆழ்ந்து, எல்லாப் பக்கங்களிலும் படிவுப்பறைகள் பக்கப்பாறைகளாக அமைந்திருந்து, மேலும் அவை உருமாறிய பாறைகளின் உட்புகுந்து வினைபுரிந்து தொடுகை உருமாற்றம் (contact metamorphism) அடைந்திருந்தால், இத்தகைய அனற்பாறைகளை நிலஇயலில் ஆழ்நிலைப் பாறைகள் (batholith) என்பர். இதன் ஊடாகக் கனிமங்கள் தோன்றுவதை ஆழ்நிலைப் பாறை வழித்தாது ஆக்கம் (batholith ore formation) என்று கூறுவர். முதன்முதலில் இக்கருத்து சூயஸ் (Suess) என்பவரால் 1888 இல் நிலஇயல் துறையில் நடைமுறைக்குக் கொணரப்பட்டது. இவர் மலைக் கிளர்ச்சி இயக்கத்தால் ஏற்பட்ட வெற்றுக் குழிவுகளில் சிறிதுசிறிதாகப் பாறைக்குழம்பு (magma) நிரம்புவதாகக்கருதினார். இச்செயலுக்கு முதன்முதலில் இவர் ஆழ்நிலைப் பாறை வழிக் கனிமமாதல் (mineralisation in batholiths) எனப் பெயரிட்டார். பின்னர், பழம்பாறைகள் உருகும் போது ஏற்படும் மேலோட்டில் காய்ச்சிய இரும்பு செருகிய தொத்த குழிவாக்கமே ஆழ்நிலைப் பாறை என முடிவு செய்தார். இவர் ஆழ்நிலைப் பாறையைப் பேராழம் வரை ஆழ்ந்த நெடிய சுவர்களாலான கவசம் போன்ற அமைப்பாகும் என விவரித்தார். ஆழ்நிலைப் பாறையில் வழக்கமாகக் கிரானைட்டு அடங்கியிருந்தாலும் அதில் கிரானோ-டயோரைட்டு, குவார்ட்ஸ்-டயரைட்டு, மான்சோனைட்டு, டயோரைட்டு ஆகியனவும் சிறு ஆழ்வட்டைகளில் (stocks) சிறிதளவில் கலந்திருக்கும்.

மேலும், இவ்வகைப் பெரிய பரந்த பாறை உருவாகும் முன்பு இப்பாறை உருவான இடம் எதனால் நிரப்பப்பட்டு இருந்தது என்பதை ஆராய்ந்து பார்த்ததில், பலவகைப் பாறை நிறைந்த வளாகத்தில் இவை ஊடுருவிய பாறைகளாக ஏற்பட்டுள்ளன என்பதையும், அதற்குச் சான்றாக இவற்றின் ஓரங்களில் தாய்ப்படிவுகளின் சிதறல்களும் தாய்ப் படிவுப் பாறைகளும் இவற்றுடன் கூர்முனைவடிவ உட்திணிப்பாக அமைந்திருப்பதையும் கண்டறிந்தனர். ஆழ்நிலை அனற்பாறையை உள்ளடக்கிய தாய்ப் பாறைகள் திண்ணியனவாக அமைந்தால் அவை அயல் அடக்கப் பாறை (xenolith) என அழைக்கப் படுகின்றன. டாலி (Daly) என்ற அறிஞர் கிரானைட்டுப் பாறைக் குழம்பு அதிக அழுத்தத்துடன் மேலே உள்ள பாறைகளை ஊடுருவி வரும்போது



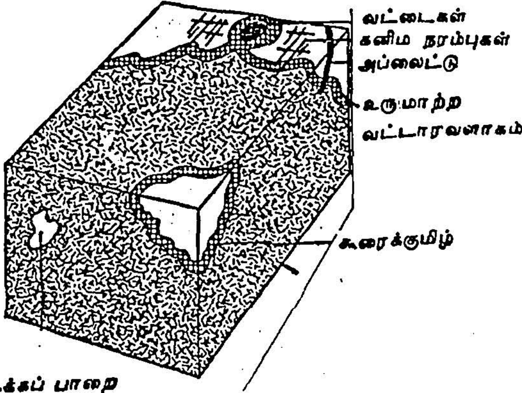
படம் 1. ஆழ்நிலைப் பாறையின் தோற்றம்

பாறை மேல் ஓடுகள் அதிக அழுத்தத்தால் நொறுங்கி அவ்வனற் பாறைகளில் வீழ்ந்து அயல் அடக்கப் பாறைகளாகக் காணப்படுகின்றன என்றும், மேல் நோக்கி அழுத்துவதால் ஏற்படும் பிளவுகளில் கிரானைட்டு ஊடுருவி எங்கும் கிரானைட்டுப் படிவுகளாகப் பரந்துள்ளன என்றும் கூறுகின்றார். மேலும் இவர் ஆழ்நிலைப் பாறைகளில் உண்டாகும் ஒரு

வகை கிரானைட்டு (granite) அருகில் உள்ள படிவு களில் உருகி இழைவதால் எல்லாப் படிவுப் பாறைகளுமே கிரானைட்டாக மாறுகின்றன எனக் கூறுகிறார்.

பிரிட்டன் நாட்டுக் கொலம்பியாவில் (British Colombia) உள்ள ஒரு பேராழப் பாறை 240 கி.மீ. நீளம் பரந்து, 25 கி. மீ. தடிப்புடைய மேல்ஒடு கொண்டு, 40 கி. மீ, ஆழத்துடன் அமைந்துள்ளது. எனவே, இவர் இவ்வளவு பெரிய ஆழ்நிலைப்பாறை கள் ஒரு பெரிய கிரானைட்டுப் பாறையை ஊடுரு வும்போது அருகில் உள்ள தாய்ப் பாறைகளான படிவுப்பாறைகள் வேதிவினை புரிந்து உருமாறி அதனால் அப்பாறை முழுதும் கிரானைட்டுகளாக மாற்றமடைந்து இருத்தல் வேண்டுமென்று அவற்றின் உருவாக்கத்தைக் கருதுகிறார்.

மேலும் சில இடங்களில் இவ்வகைப் பாறை களில் இரும்பு, மகனீசியம் நிறைந்த கனிமங்கள் மிகுந்தும், மேலும் சில இடங்களில் சாய்வுக் கட்ட மைப்புக் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. டாலி கூற்றின்படிச் சிலவகைக் கிரானைட்டுப் பாறைப் படிவுகளில் உப்புக் குவி மட்டங்களும் (salt domes) காணப்படுகின்றன. எனவே, பிளவுகள் உள்ள கிரானைட்டு உப்புப் படிவங்கள் மேல்நோக்கி வரும் போது அவை அழுத்தக்குறைவு காரணமாக உப்புக் குவி மட்டங்களாகப் படிந்துள்ளன.



படம் 2. ஆழ்நிலைப்பாறை (அயலடக்கப்பாறையின் தொடுகை உருமாற்றமும் கனிம நரம்புகளும்)

இவ்வகை ஆழ்நிலைப் பாறைகளில் ஒருசில கந்தகக் கனிமங்களும், சால்கோபைரைட்டு தொடுகை உருமாற்ற இடங்களில் ஒலாஸ்ட்டனைட் டுப் போன்ற கனிமங்களும் களிமட் பாறைகளும் அமைந்துள்ளன. இவ்வகை ஆழ்நிலைப் பாறை களில் பெக்மடைட்டும் காணப்படுகின்றது. இவற் றின் அபிரகப் (mica) படிவுகள், பீங்கான்கள் செய் யத் தேவைப்படும். இவற்றில் ஃபெல்ஸ்பார்களும் கண்ணாடி செய்யப் பயன்படும் தூய வகைக் குவார்ட்சுகளும் மிகப்பெரிய படிகநிலையில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆந்திராவில் உள்ள நெல்லூர் மாவட்டத்தில் காணப்படும் அபி ரகப் படிவுகள் ஒருவகை பெக்மனைட்டுகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன. காண்க, தொடுகை உருமாற்றம்.

சு.ச.

நூலோதி

1. Holmes, A.,Holmes, D.L., Holmes Principles of Physical Geology, ELBS Edition, Great Britain, 1978.

2. Gorshov, G.,Yakushova, A., physical Geology Mir Publication, Moscow, 1967.

ஆழ்பள்ளத்தாக்குகள், கடலடி

கடல் தரையில் ஆழ்பள்ளத்தாக்குகள் இருக்கின்றன என்பது ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்பே தெரியவந்தது. நிலத்தில் உள்ள பெரும் பான்மையான ஆழ்பள்ளத் தாக்குகள் ஆறுகளின் அரிப்பினால் உண்டாகின்றன. எனினும் இந்தஆறுகள் கடலைச்சென்றடையும்போது அவை கடல் தரையை அரிக்கும் ஆற்றலை இழந்து விடுவதால், கடல்தரை ஆழ்பள்ளத்தாக்குகளின் தோற்றம் புதிராகவே உள்ளது. பிளிஸ்ட்டோசின் பனிக்காலத்தில் நீர் பனிக்கட்டியாகி நிலத்தின் மேல் அதிக அளவு படர்ந்து, அப்பனிக்கட்டி பின் வந்த மையோசின் காலத் தொடக்கத்தில் உருகி ஓடும் போது கடல்தரை அரிப்புற்றதால் இவ்வகை ஆழ் பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றின எனக்கருதப்படுகிறது. உலர்ந்த நிலப்பரப்பு மூழ்கியதால் உண்டாகியிருக் கலாம் என்றும் கருதப்படுகிறது. ஆனால் கடலடி ஆழப் பள்ளத்தாக்குகள் பரவலாகவும் காணப்படு கின்ற காரணத்தால் இக்கருத்துப் பின்னர் முழுது மாக ஏற்கப்படவில்லை. கண்டத் திட்டிலிருந்து செல் லும் கண்டச் சரிவுகளில் இத்தகைய ஆழ்ப்பள்ளத் தாக்குகள் பெருமளவில் இருக்கின்றன. ஆனால் இன் றைய ஆய்வுகள் கடலடி ஆழப் பள்ளத்தாக்குகள் எந்த ஆழத்திலும் இருக்கலாம் என்பதை உறுதிப் படுத்தியுள்ளன.

கடலடி ஆழப்பள்ளத்தாக்கு (submarine canyon) உருவாவதில் ஆறுகளின் பங்கு இருக்க முடியாது என்ற கருத்து வலுவடையாமல் போக வேறு விளக் கங்கள் தர முற்பட்டனர். அவற்றுள் முக்கியமானது கடல் தரைநீரோட்டங்களாகும். கடல் நீர், படிவுக ளைச் (sediments) கொண்டிருப்பதால், சுற்றியுள்ள நீரைவிடப் பருமனாகி, அடர்த்தி அதிகமுள்ள நீரோட்டம் (density current) சரிவை நோக்கிப் பாய் கின்றது. இந்த அடர்த்தி அதிகமான நீரோட்டங்கள்

கலங்கல் நீரோட்டம் (turbidity currents) எனப் படும். படிவுகள் அலைகளாலோ கண்டத் திட்டிலும் கண்டச் சரிவுகளிலும் ஏற்படும் வீழ்ச்சியினாலோ உண்டாகின்றன. 1936 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க நிலஇயல் வல்லுநரான ரெஜினால்ட் ஆல்ட்வொர்த் டாலி என்பவர் கடலடி ஆழப் பள்ளத்தாக்குகள் இந்த அடர்த்தி நீரோட்டத்தால் உண்டாகியிருக் கலாம் என்று கருத்துத் தெரிவித்தார். இவருடைய கருத்து 1950 ஆம் ஆண்டில் பெரும்பான்மையின ரால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது.

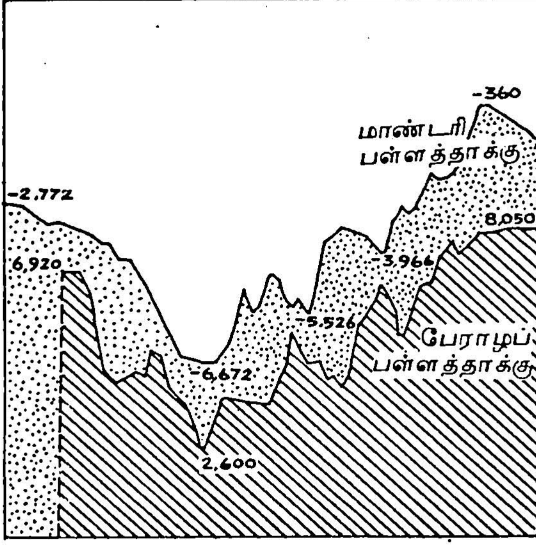
கடலடி ஆழப்பள்ளத்தாக்கு வகைகள். கடல்தரை யில் காணப்படுகின்ற அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் கடலடி ஆழப் பள்ளத்தாக்குகள் என அழைக்கப்படு கின்றன. ஏனெனில் இவற்றில் பெரும்பான்மையான பள்ளத்தாக்குகள் நிலத்தில்உள்ள பள்ளத்தாக்குகளை ஒத்திருக்கின்றன. அவை நெடிதுயர்ந்த சுவர்களை யும், V வடிவக் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தையும் கொண்டுள்ளன. நிலத்தில உள்ளவை போன்று ஆழ்கடலிலும் பலவகையான அரிமானப் பள்ளத் தாக்குகள் காணப்படுகின்றன. மெய்யான அரிமா னப் பள்ளத்தாக்கு மட்டுமின்றிப் பெயர்ச்சிப்பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு (fault valley), கண்டச் சரிவு, கண்டத் திட்டு ஆகியனவும் கடல் தரைகளில் காணப்படு கின்றன. நிலச்சரிவுப் பள்ளத் தாக்குகளும் காணப் படுகின்றன. நிலத்தில் வண்டலான விசிறிகளை(alluvial fans) அரிக்கின்ற சிறிய நீண்ட பள்ளங்களைக் கடல்தரையில் பெரும் விசிறிகளை அரிமானப் பள் ளத்தாக்குகளோடு ஒப்பிடலாம். U வடிவப் பள்ளத் தாக்குகளும் கடல் தரையில் காணப்படுகின்றன. இவை பிளிஸ்ட்டோசின் கால இறுதியில் பனி ஆறு களின் அரிப்பினால் தோன்றியன என நிலஇயல் வல்லுநர்கள் கூறுகின்றனர்.

நிலத்தில் காணப்படும் பள்ளத்தாக்குகளினின்று வேறுபட்டு மூன்று வகையான கடல்தரைப் பள்ளத் தாக்குகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் கண்டத் திட்டு வழியாக முழுதுமாகவோ பகுதியாகவோ கடந்து செல்கின்ற தொடர்ச்சியற்ற பள்ளத்தாக்கு கள் ஒரு வகை. இரண்டாவது வகைப் பள்ளத்தாக் குகள் சில பெரும் கழிமுகத்திட்டுகளில் காணப்படு கின்றன. இவை போன்ற அமைப்புகளையுடைய பள்ளத்தாக்குகள் நிலத்தில் காணப்படும்போது அவை பள்ளத்தாக்குகள் என்று அழைக்கப்படுவ தில்லை. ஏறக்குறைய எல்லாப் பள்ளத்தாக்குகளும் அடர்த்தி நீரோட்டம் போன்ற ஒரு நிகழ்வினால் உருவான போதிலும் அவற்றின் தோற்றம் வேறு பட்டுக் காணப்படுகிறது.

அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகளின் இயற்பியல பண்புகள். சில அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் ஆறுகளால் உரு வாக்கப்பட்ட நிலப் பள்ளத்தாக்குகளைப் பெருமள வில் ஒத்துள்ளன. அவற்றில் V வடிவக் குறுக்கு வெட் டுத்தோற்றம் காணப்படுவதோடு மட்டுமின்றி அவற் றின் தரைகள் வெளிப்பக்கம் சரிந்து தொடர்ச்சி யாகச் செல்கின்றன. நிலத்தில் காணப்படுவதைப் போன்ற கிளைகளை உடைய அமைப்பும் காணப்படு கின்றது. அவற்றில் நெடி துயர்ந்த சுவர்கள் பாறை களைக் கொண்டுள்ளன.

ஆழ்கடல் அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகளின் குத்து நிலைப் பருமானம் (dimension) வியப்புக்குரியதாகும். பெரும்பாலான அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகளின் சுவர் கள் ஆயிரக்கணக்கான அடி உயரமுள்ளவை. பஹா மாவில் உள்ள பள்ளத்தாக்கின் உயரம் தரையிலி ருந்து ஏறக்குறைய 5 கி.மீ. ஆகும். பேராழப் பள்ளத் தாக்கின் (grand canyon) உயரம் 1.5 கி.மீ. ஆகும். சில பள்ளத்தாக்குகள் 320 கி.மீ. நீளம் உள்ளவை யாக இருக்கும். ஆனால் பெரும்பாலானவை 48 கி.மீ விரிந்து காணப்படும். நிலப்பள்ளத்தாக்குகளில் காணப்படுவதைப் போன்று இவற்றின் அகலமும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக பஹாமாவிலுள்ள 4.8 கி.மீ. ஆழத்தையுடைய பள் ளத்தாக்கு, 37 கி.மீ. அகலத்தை அதன் ஆழமான பகுதியில் கொண்டுள்ளது. பேராழப் பள்ளத்தாக் கின் அகலம் ஏறத்தாழ 19 கி.மீ. ஆகும்: பள்ளத் தாக்குகளின் ஏறக்குறைய தரைச் சரிவு ஏறத்தாழ 1.5 கி.மீக்கு 100 மீ. ஆகும். அண்மைக் காலங்களில் அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகளின் தோற்றம் தொடர் பான தகவல்கள் ஆழ்கடல் ஒளிப்படவியல் மூலமா கவும் நீர்மூழ்கிக் கலங்கள் மூலமாகவும் கணிக் கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மூலம் கிடைக்கப் பெற்ற செய்திகளைக் கொண்டு பள்ளத்தாக் குகளைப் பற்றி அறிய முடியும். பொதுவாகத் தரைப்பகுதி உருளைக் கற்களையும் சிறிய படிவுகளையும் கொண்டிருக்கும். அரிமானப் பள்ளத் தாக்குச் சுவர்களிலுள்ள பாறைகளின் தன்மை அள்ளி நீர்மூழ்கிக் கலங்களின் வழியாக அறியப்பட்டுள்ளது. பல இடங்களில் ஆழப் பள்ளத்தாக்கின் சுவர்கள் கிரானைட்டால் (granite) ஆனவை எனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பாஜா கலிபோர்னியாவுக்கு அப்பால் நடத்தப்பட்ட ஒரு நீரடி ஆய்வில் 1. 380 மீட்டர் உள்ள செங்குத்துக் கிரானைட்டுச் சுவர்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு அரிமானப் பள்ளத்தாக்கின் இரு சுவர்களும் கிரானைட்டுப் பாறையைக கொண்டுள்ளன. சில இடங்களில் ஒரு சுவர்மட்டும் கடினப் பாறைகளையும், வேறு சில இடங்களில் மென்மையான பாறைகளையும் கொண்டுள்ளது.

பரவல். ஆழ்கடல் அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் அண்டார்க்டிக், ஆர்க்டிக், வட ஐரோப்பா, ஆசியா போன்ற பகுதிகளில் இன்னமும் கண்டுபிடிக்கப்பட வில்லையெனினும், பெரும்பாலான கண்டச் சரிவு களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இலங்கைப் பள்ளத் தாக்குகள், காங்கோ பள்ளத்தாக்கு ஆகியவை நில



அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

நடுக்கோட்டிற்கு அருகில் உள்ளன. ஆனால் உலகத்திலேயே பெரிய, அதிக நீளமான பள்ளத்தாக்குகள் பெரிங்குக் கடலில் உள்ளன.

தோற்றம். ஆழ்கடல் அரிமானப்பள்ளத்தாக்குகள் நிலப் பள்ளத்தாக்கை ஒத்திருப்பதால் இவையிரண்டிற்கும் தோற்றம் பொதுவான ஒன்றே என்ற கருத்தை வலியுறுத்துகிறது. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளுக்கு அப்பால் உள்ள சில பள்ளத்தாக்குகளின் அமைவிடம் இக்கூற்றை மேலும் வலியுறுத்துகிறது. உலகில் காணப்படும் அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகளின் அமைப்பு, வடிவம், ஆகியவற்றைப் பற்றிய செய்திகள் பெருமளவில் தெரியவரினும், அவை தோன்றிய முறை பற்றிய புதிர் இன்னமும் விடுபடவில்லை. நிலப்பள்ளத்தாக்குகளின் மூழ்கிய கீழ்ப்பகுதியே ஆழ்கடல் அரிமானப் பள்ளத்தாக்கு என்ற போதிலும் மூழ்கிய அல்லது வெளியேயுள்ள பகுதிகளுக்கு அடியில் நெருங்கிய தொடர்பு இருந்திருக்க வேண்டும். நிலப் பள்ளத்தாக்குகள் கடல் பள்ளத்தாக்குகளோடு சேர்வதைக் காட்டும் வரைபடம் ஒருநுண்ணிய இடைவெளியைக் காட்டுகிறது என்பதை வுட்ஃபோர்டு (Woodford) வலியுறுத்துகிறார். இந்த இடைவெளிக்குக் காரணம் நிலப்பள்ளத்தாக்கின் முகப்பில் உருவான கழிமுகத்திட்டாகவும் இருக்கலாம். கடல் அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றக் கடல் அரிப்பும் காரணமாக இருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது. பள்ளத்தாக்கின் நெடிய சரிவுகள் கடல் அரிப்பினால் உண்டாகின்றன. நீரோட்டங்கள் பெருமளவு படிவுகளை எடுத்துச் செல்வதன் மூலமாக அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் உருவாகின்றன. அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் மென்மையான பாறை முதல் கடினப்பாறை வரை சுவர்களைக் கொண்டுள்ளன. பலஇடங்களில் அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் கண்டத் திட்டை அரித்துச் சென்றுள்ளன. பெரும்பான்மையான அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் V அல்லது U வடிவக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளன. கடலடி அரிமானப் பள்ளத்தாக்குகள் நிலையான கடற்கரைகள், நிலையற்ற கடற்கரைகள் முதலிய எல்லாவிதமான கடற்கரைகளிலும் அமைந்துள்ளன.

ம. அ. மோ.

ஆள்காட்டிக் குருவி

காடுகளில் வேட்டையாடச் செல்பவர்களைக் கண்டு ஆள்காட்டிக் குருவிகள் (lapwings) கூக்குரலிடுவதைக் கேட்டுப் பறவைகளும் விலங்குகளும் தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள முற்படுகின்றன. இவ்வாறு தொலைவிலிருக்கும்போதே இன்னல் ஏற்படுத்துவோரைக் காட்டிக் கொடுப்பதாலேயே இப்பறவைகள் ஆள்காட்டிக் குருவிகள் எனப் பெயர் பெற்றன. ஆள்காட்டிக் குருவிகள் மஞ்சள்மூக்கு ஆள்காட்டி, சிவப்பு மூக்கு ஆள்காட்டி என இருவகைப் படும்.

மஞ்சள்மூக்கு ஆள்காட்டி (yellow-wattled lapwing *Vanellus malabaricus*). இது புறாவின் அளவுள்ள பறவை. நீண்ட கால்களையுடையது. இதன் உடல் நிற அமைப்பு குறிப்பிடத்தக்கது. உடலின் மேல் புறம் கரியநிறமுடையது; மார்புப்புற இறகுகள் வெண்ணிறமுடையவை; கண்களுக்கு மேலும், முன் புறத்திலும் அடர்ந்த மஞ்சள் நிற அமைப்புக் காணபடுவதால் இப்பறவை மஞ்சள்மூக்கு ஆட்காட்டி எனப் பெயர் பெற்றது. வால் வெண்ணிறமாயினும் நுனியில் ஒரு கரும்பட்டை அமைப்புக் காணப்படுகிறது.

இப்பறவை வறண்ட பகுதிகளில் வாழ்கிறது; இதைத் தென்னிந்தியாவில் எல்லா இடங்களிலும் பரவலாகக் காணலாம். அதிகமாக நீர்நிலைகளைச் சார்ந்து வாழ்வதில்லை. புயல் காலங்களில் ஈரமான பகுதிகளிலிருந்து விலகிச் சென்று விடுகின்றன. பொதுவாக ஐந்து அல்லது ஆறு பறவைகளடங்கிய கூட்டங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இனப்பெருக்கக் காலங்களில் ஆண்பறவையும் பெண்பறவையும் இணையாகக் காணப்படுகின்றன. சூழ்நிலையின் இயற்கை வண்ணத்துடன் இதன் உடல் வண்ணம் மிக அழகாகப் பொருந்தியிருப்பதால் இப்பறவை பறக்கத் தொடங்கினாலன்றி, அசையாமல் நிற்கும் போது எளிதாக யார் கண்ணிலும் படுவதில்லை. இது சிறிது தூரம் ஓடி, ஓரிரு நொடிகள் நின்று பின்பு திசைமாறி வேறொருபுறம் ஓடும் வழக்க

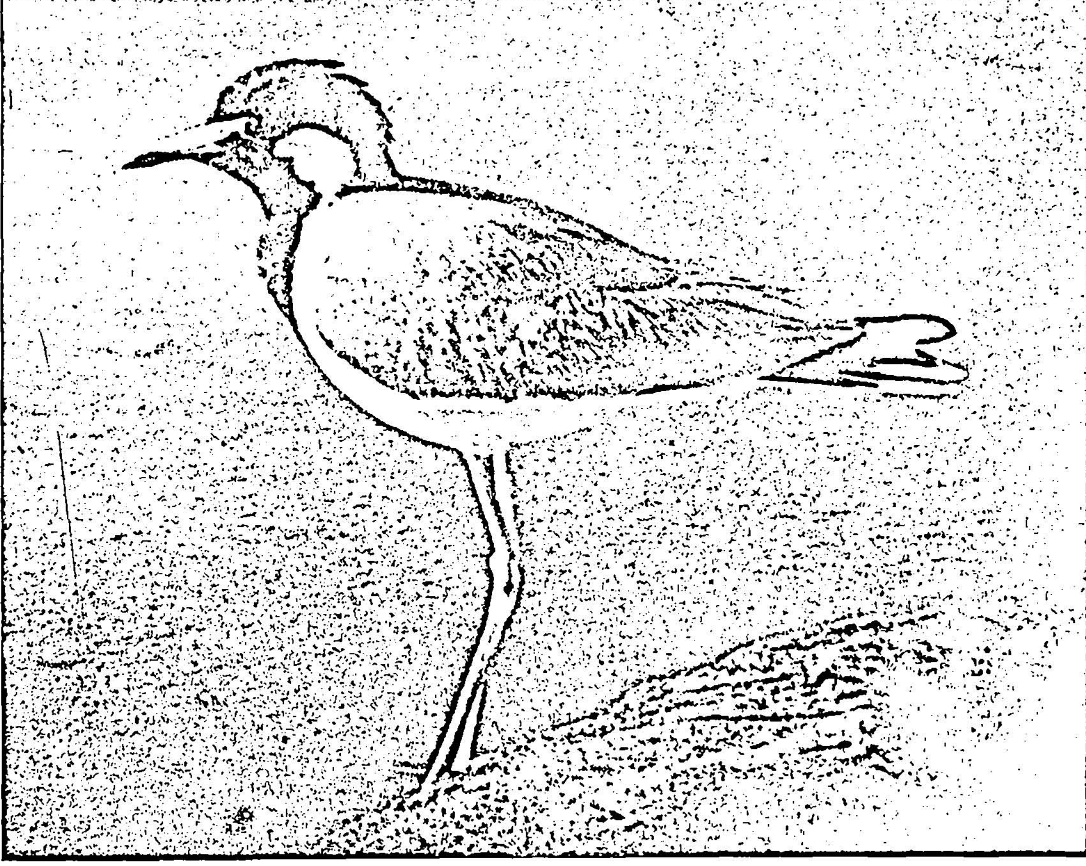
முடையது; இடையில் ஆங்காங்கே நின்று எதிர்ப்படும் எறும்பு கறையான் வெட்டுக்கிளி, வண்டு ஆகியவற்றைப் பிடித்து உண்ணும், இது மிக எளிதாகவும் தாழ்வாகவும் பறந்து செல்லும். பறக்கும்போது கரிய இறக்கைகளில் ஒரு வெண்ணிறக்கோடு போன்ற அமைப்பு வெளிப்படுகிறது; கால்கள் நீண்டிருப்பதால் பறக்கும் போது இறக்கைகளுக்குப் பின்புறம் அவை நீட்டிக் கொண்டு காணப்படுகின்றன.

இதன் இனப்பெருக்கக் காலம் மார்ச் மாதத்திலிருந்து மே வரை நீடிக்கிறது. உலர்ந்த தரையில் மண்ணைக் கிளறி ஒன்று அல்லது இரண்டு செ. மீ. ஆழத்துக்குச் சிறுபள்ளம் தோண்டி அதில் பெண் பறவை 4 முட்டைகளை இடுகிறது. முட்டைகள் வெளிர் சாம்பல் நிறத்தில் சாம்பல் நிறப் புள்ளிகளுடன் காணப்படுகின்றன. இந்த நிற அமைப்பு அவை இடப்படும் சூழ்நிலையின் நிறத்துடன் ஒத்திருக்கிறது. ஆண் பறவையும் பெண் பறவையும் மாறி மாறி முட்டைகளை அடைகாக்கின்றன. கடும் வெப்பக் காலத்தில் நீர்நிலைகளுக்குச் சென்று இறகுகளை நீரில் நனைத்துக்கொண்டு வந்து முட்டைகளின் மேல் அமர்வதால் அவற்றின் வெப்பம் தணிக்கப்படுகிறது. குஞ்சுகள் முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த பின்பும்கூட இவை இவ்வாறு செய்கின்றன. சிறு குஞ்சுகள்; இளம்பழுப்பு நிற இறகுகளில் அடர்ந்த பழுப்பு நிறக் கோடுகளுடன் உள்ளன. முட்டைகளுக்கோ குஞ்சுகளுக்கோ இடையூறு ஏற்படும் போது அவற்றின் பெற்றோர் கலவரத்துடன் 'ட்விட் 'ட்விட்' என்று பெருங்கூச்சலிட்டுக் கொண்டு அவற்றைச் சுற்றிச் சுற்றிப் பறப்பதுடன் எதிரியைத் தாக்குவதைப் போல அவ்வப்போது விரைந்து தாழப் பறக்கின்றன.

சிவப்புமூக்கு ஆள்காட்டிக் குருவி (Red wattled lapwing, Vanellus indicus). இதுவும் புறாவின் அளவுள்ளது. மஞ்சள்மூக்கு வகையைப் போலன்றி இவை நீருள்ள இடங்களிலும். குளங்கள் வயல்களுக் கருகிலும் புற்களடர்ந்த இடங்களிலும் சிறுகூட்டங்களாக வாழ்கின்றன. அவ்வப்பொழுது குன்றுகளிலும் இவற்றைக் காணலாம். பொதுவாக ஆங்காங்கு பறந்து சென்று சிறுபூச்சிகளைத் துரத்திப் பிடித்துக் கொண்டு, எதிரிகளின் வருகையையும்



படம் 1. மஞ்சள்மூக்கு ஆள்காட்டிக் குருவி



படம் 2. சிவப்புமூக்கு ஆள்காட்டிக் குருவி

கண்காணித்தபடி இருப்பதைக் காணலாம். இவை பொதுவாக மனிதர்களையோ இரைபிடிக்கும் விலங்குகளையோ காணநேரிடும் போது விலகிச் சென்றுவிட்டாலும் இப்பறவைகள் முட்டைகளுடன் அல்லது குஞ்சுகளுடன் இருக்கும்போது, அவற்றுக்கு இடையூறு ஏற்பட்டால் சுற்றிச் சுற்றிப் பறந்து கடுங்குரலிட்டு ஒலியெழுப்புகின்றன. Did he do it அல்லது Pity to do it என்பது போல ஒலிக்கும் இவற்றின் தனித்தன்மையுடைய ஒலி குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றாகும்.

இப்பறவையின் முதுகுப்புறம் பழுப்பு நிற மானது; மார்பு, கழுத்து, தலை ஆகிய பகுதிகளில் உள்ள இறகுகள் கரிய நிறமுடையவை; வயிற்றுப் புறம்; வெண்மையானது. கரிய தலையில் கண்களுக் கருகில் சிவந்த நிறத் திட்டுப் போன்ற அமைப்புச் காணப்படுவதால் இது சிவப்பு மூக்கு ஆள்காட்டி எனப்பெயர் பெற்றது. கண்களுக்குப் பின்புறத்தி லிருந்து தொடங்கி வெண்ணிறப் பட்டையொன்று கழுத்து வழியாகச் சென்று வெண்ணிற வயிற்றுப் பகுதியுடன் சேர்கிறது. இப்பறவை இரவில், நில வொளியில் இரைதேடித் திரிகிறது. பொதுவாகப் பகல் நேரங்களில் அடிக்கடி இரையைத் தேடி உண் பது உண்டென்றாலும், பெரும்பாலும் இவை ஓடை களில் காணப்படும் சிறு பாறைகளிலும் வயல் வரப்பு களிலும் நின்று கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். இவை காலையிலும் மாலையிலும் சுறுசுறுப்பாக இரை தேடுகின்றன. இந்தியாவில் பரவலாக எல்லா இடங்களிலும் வாழ்கின்றன. மெதுவாகச் சிறகடித்துப் பறந்து செல்லுகின்றன. ஆனால் தம் குஞ்சுகள் அல்லது முட்டைகளைத் தாக்க வரும் விலங்குகளைக் கண்டால் வெகுவிரைவில் பெருங்கூக்குரலிட்டுக் கொண்டு பறந்து சென்று விரட்டுகின்றன. இவை கறையான், கம்பளிப் பூச்சி, வண்டு, பூச்சி, மெல் லுடலி ஆகியவற்றை உண்ணுகின்றன. தாவரப் பொருள்களையும் உண்ணும்.

இனப்பெருக்கக் காலத்தில் தரையைக் கிளறி சிறிய பள்ளத்தில் பெண்பறவை நான்கு முட்டைகளை இடும். முட்டைகள் சாம்பல் நிறத்தில் கருநிறப்புள்ளி

களுடையன. ஆண், பெண் ஆகிய இருபாற் பறவை களும் சுமார் 28 இலிருந்து 30 நாள்கள் வரை முட்டைகளை அடைகாக்கின்றன. மஞ்சள்மூக்கு வகையைப் போலவே இப்பறவைகளும் இறகுகளை நனைத்துக்கொண்டு வந்து முட்டைகளின் மீது அமர்கின்றன. ஒரு பறவை அடைகாக்கும்போது மற்றொன்று அதைப் பாதுகாத்து இடையூறு நேர்ந்தால் எச்சரிக்கையொலி எழுப்பும். சிறு குஞ்சுகளும் முட்டைகளும் அவை வாழும் இயற்கைச் சூழ்நிலையுடன் அழகுறப் பொருந்தும் பாதுகாப்பான நிறம் பெற்றவை. இன்னல் நேரும்போது குஞ்சுகளுடன் இருக்கும் பெரும் பறவைகள் எச்சரிக்கைக் குரல் கொடுக்கின்றன. உடன் சிறு குஞ்சுகள் கற்களுக்கிடையில் சென்று ஒளிந்து கொள்கின்றன அல்லது தலையைத் தரையில் கிடத்தி அசையாமல் உயிரற்றவை போல் தோற்றமளிக்கின்றன. அத்தருணங்களில் அவற்றை எளிதில் கண்டறிய முடிவதில்லை. இடையூறு நீங்கிவிட்டதன் அறிகுறியாகத் தாய்ப்பறவை குரல் கொடுத்தவுடன் அவை வெளியில் வந்து ஏதும் நடைபெறாதது போல இரை தேடத் தொடங்குகின்றன. முட்டைகளிலிருந்து வெளி வந்த குஞ்சுகள் உடல் முழுவதும் சிறு தூவி இறகுகளுடன் காணப்படுகின்றன. இவை உடல் அளவைத் தவிர ஏனைய பண்புகளில் பெரிய பறவைகளைப் போன்றே காணப்படுகின்றன.

ஆள்காட்டிக் குருவிகள் சாராட்ரிஃபார்மிஸ் (charadriformes) வரிசையில் சாராட்ரிடே (charadridae) குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

ஜெ. கௌ.

நூலோதி

1. Henry, G.M., A Guide to the Birds of Ceylon, Oxford University Press, London, 1971.
2. Ali, Salim, Dillon Ripley, S., Handbook of the Birds of India and Pakistan, Oxford University New Delhi, 1980.

ஆள்வள்ளி

தென் அமெரிக்காவிலுள்ள பிரேசில் (Brazil) என்று நகரம் ஆள் வள்ளிக் கிழங்கின் தாயகமாகும். இங்கிருந்து இது ஆப்பிரிக்கா இந்தியா, தென் கிழக்கு ஆசியா, பசிபிக் கடல் தீவுகள் முதலிய இடங்களுக்கு ஸ்பானியர்களால் பரப்பப்பட்டது. இந்தியாவில் முதன் முதலில் தென்மேற்குக் கடற்கரைப் பிரதேசங்களில் இது பயிரிடப்பட்டது. திருவிதாங்கூர் கார்த்திகைத் திருநாள் மன்னரால் அரிசிக்குப் பதிலாக மாவுச் சத்து தரும் உணவுப் பொருளாக இது அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. தற்காலத்தில் கேரளம், தமிழ்நாடு, ஆந்திரா, கருநாடகம், அசாம் முதலிய மாநிலங்களில் அதிக அளவில் பயிரிடப்படுகிறது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது ஒரு பூவிதழ் வட்டத்தையுடைய (monochlamydeae) இருவிதையிலைத் தாவரக்குடும்பங்களில் ஒன்றாக யூஃபோர்பியேசியைச் (Euphorbiaceae) சார்ந்த **மானிஹாட் எஸ்குலண்ட்டா** (*Manihot esculenta* Crantz = M. *ultilissima* Pohl). என்ற தாவரப் பெயர் கொண்டது. ஏழிலைக் கிழங்கு, மரச்சீனிக்கிழங்கு, குச்சிக்கிழங்கு, சவ்வரிசிக் கிழங்கு, மரவள்ளிக் கிழங்கு, ஆள்வள்ளிக் கிழங்கு, கப்பைக் கிழங்கு என இதற்கு வழக்கில் பல பெயர்கள் உள்ளன. ஆங்கிலத்தில் கசாவா (cassava) அல்லது டாபியோக்கா (tapioca) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது 2 முதல் 5 மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடிய புதர்ச் செடியாகும். இதன் வேர்கள் நாளடைவில் பருத்துக் கிழங்குகளாக மாறுகின்றன. தண்டு சாம்பல் நிறமாகவோ, பழுப்பு நிறமாகவோ இருக்கக்கூடும்; மேலும் பல வடுக்களைப் பெற்றிருக்கும். இலைகள் 5 முதல் 9 பிளவுகளைப் பெற்று விரல்களைப் போன்று, வெளிர் பசுமை நிறத்துடன் இருக்கும். மலர்கள் ஒருபாலானவை (unisexual); சைம் (cyme) மஞ்சரியில் செடியின் நுனியிலமைந்தவை; ஆண், பெண் மலர்கள் இரண்டும் ஒரே மஞ்சரியில் காணப்படும்; கனி வெடிகனியாகும். கனி மூன்று அறைகளைக் கொண்டது; ஒவ்வோர் அறையிலும் ஆமணக்கு விதையொத்த விதையொன்று உண்டு.

பொறுக்கு வகைகள். தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகத்தில் மரவள்ளி ஆராய்ச்சி நடைபெற்று வருகிறது. இது வரை கோ.1, கோ. 2, என கூறப்படுகின்ற இரு புதிய வகைகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. கோ. 1 வகை மரவள்ளி மாவுச் சத்தைக் கூடுதலாகவும் (35 விழுக்காடு), வாழ்நாள் குறைவாகவும் (9 மாதங்கள்), விளைச்சல் அதிகமாகவும் (எக்டேருக்கு 35 டன் விளையும்.) மேலும் எல்லா மாவட்டங்களிலும் பயிரிடக்கூடிய தன்மையும் பெற்றிருக்கின்றது. கோ.2 வகை 35 விழுக்காடு மாவுச்சத்தையும், 8½ முதல் 9 மாதங்கள் வாழ்நாளையும், முன்னதைவிட அதிக அளவு விளைச்சலையும் (38 டன்/எக்டேர்) தரவல்லது. இந்த இரு வகைகளையும் நச்சுயிரி நோய் (virus disease) தாக்காது. இது தவிர கேரள மாநிலத்தில் திருவனந்தபுரத்தில் உள்ள மையக் கிழங்கு ஆராய்ச்சி நிறுவனமும் புது வகைகளைத் தோற்றுவித்திருக்கின்றது. அதில் எச். 97, எச். 162, எச். 226, எச். 1687, எச். 2304 போன்றவை அதிக விளைச்சல் தரவல்லவை. சேலம் மாவட்டம் ஆத்தூரில் உள்ள மரவள்ளிக் கிழங்கு ஆராய்ச்சி நிலையம் முள்ளுவாடி-1 (2371) என்ற வகையை வெளியிட்டுள்ளது.

பயிரிடும் முறை. மரவள்ளிக் கிழங்குச் சாகுபடிக்கு 25° முதல் 29° செ. மி. வரை வெப்ப நிலையுள்ள பகுதி ஏற்றது. மழை 100 முதல் 150 செ. மீ. வரை



1. முழுச்செடி 2. வேர்க்கிழங்கு 3. பூ 4. கனி 5. விதை 6. விதை முடிச்சு

ஆள்வள்ளி

ஆண்டு முழுதும் மழை பரவலாகப் பெய்தல் அவசியம். வறட்சியைத் தாங்கும் இப்பயிரை வான்பார்த்ததாகவும் இறவைப் பயிராகவும் பயிர் செய்யலாம். கடல்மட்டத்திலிருந்து 1000மீ.உயரம் வரை மரவள்ளியைப் பயிர் செய்யலாம். வடிகால் வசதியும், மணல் கலந்த களிச்சேற்று வண்டலும் (loam) சாகுபடிக்கேற்றவை. இருப்பினும் பலவகைப்பட்ட மண்ணிலும் பயிர் செய்யலாம். உவர் (saline) நிலங்களும், நீர் தேங்கக் கூடிய மண்ணும் சாகுபடிக் கேற்றவையல்ல.

தண்டுத் துண்டுகளின் மூலம் வழக்கமாகப் பயிராக்கப்படுகின்றது. புதுவகைகளைப் பொறுக்கி எடுக்கும்பொழுது மட்டும், விதைகளின் மூலம் பரப்பப்படுகின்றது. மரவள்ளிக்கிழங்கை இறவைப் பயிராக ஆண்டு முழுதும் பயிரிடலாம். இருப்பினும் செப்டம்பர்-அக்டோபர் மாதங்களில் நடவு செய்தால் கூடுதலான விளைச்சல் பெறலாம். நிலத்தை நன்கு பண்படுத்தித் தொழு உரமிடவேண்டும். நிலத்தில் இருக்கும் கறையானையும் மற்ற பூச்சிக்களையும் கட்டுப்படுத்த 10 விழுக்காடு பி. எச். சி (BHC) மருந்தை தூவிப் பக்கவாட்டில் கீழ்க் குறிப்பிட்ட உரங்களைப் போட்டு மூடவேண்டும்.

உரம்	அடிஉரம் (நடவுக்கு முன்) ஒரு ஹெக்டேருக்கான எடை	மேலுரம் (நட்டு 3 மாதம் கழித்து மண் அணைக்கும் போது)
தொழு உரம்	25 டன்	—
நைட்ரஜன் சத்து	25 கிலோ	25 கிலோ
பாஸ்பரச் சத்து	25 கிலோ	25 கிலோ
பொட்டாஷ் சத்து	20 கிலோ	50 கிலோ

நன்றாக முற்றிய, அதாவது எட்டு மாதமும் அதற்கு மேற்பட்டதுமாகிய, செடியின் தண்டிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட துண்டுகளைக் கற்றைக் கற்றைகளாகக் கட்டி, அவற்றை 2 முதல் 12 வாரங்களுக்குப் பாதுகாப்பான இடங்களில் வைக்க வேண்டும். பிறகு அவற்றை 2'×3'×10' பாத்திகளில் நட்டு, மண்ணால் மூடவேண்டும். பத்து, பன்னிரண்டு நாள்களில் மொட்டுகள் வெளிப்பட்டவுடன் அவற்றைப் பிடுங்கி, வயலில் நடுதல் வேண்டும். நடவுக்கு முன் விதைக்கரணைகளைக் குப்ராவிட் அல்லது ஏதாவது ஒரு செம்புப் பூஞ்சணக் கொல்லி மருந்துக் (fungicide) கலவையில் நனைத்தெடுத்து நடுதல் வேண்டும். உடனே நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். நட்டு ஒரு மாதம் கழித்து நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த, நோய் தாக்காத இரண்டு கிளைகளை விட்டு மீதியைக் களைந்துவிடவேண்டும். தேவைப்படும் பொழுது களை எடுத்து, நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். பின்பு செடிகளுக்கு மண் அணைக்க வேண்டும். அறுவடைக்கு ஒரு மாதத்திற்கு முன்பு 15 நாள்களுக்கொருமுறை நீர் பாய்ச்சுவதன் மூலம் கிழங்கின் மாவுச் சத்து கூடுவதுடன் கிழங்கு விளைச்சலும் அதிகமாகும். நட்ட பிறகு 7 முதல் 8 மாதங்களிலோ, 10 முதல் 12 மாதங்களிலோ ஆள்வள்ளிக் கிழங்குகளின் வகைகளை அவற்றின் வகையைப் பொறுத்து அறுவடை செய்யலாம்.

மரவள்ளியைப் பூச்சி நோய்கள் தாக்குகின்றன. பூச்சிகளை அழிக்க மோனோ குரோட்டோஃபாஸ் (monocrotophos) மருந்தை 200 மில்லியை 100 லி. நீரில் கலந்து தெளிக்க வேண்டும். நோய்களுக்குக் குப்ராவிட் 0.25 விழுக்காடு மருந்து ஒரு கிலோவை 400 லிட்டர் நீரில் கலந்து தெளிக்கவேண்டும், வேறு ஏதாவது ஒரு செம்புப் பூஞ்சனக் கொள்ளி மருந்தையும் பயன்படுத்தலாம். மேற்கூறிய மருந்துகளை, நட்டு ஒரு மாதம் கழித்து ஒரு முறையும் பின்பு 15 நாட்களுக்கொருமுறையுமாக எட்டு முறை தெளிக்க வேண்டும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. மரவள்ளிக் கிழங்கு அரிசிக்குப் பதிலாகப் பயன்படுகின்றது. இது அரிசியைப் போல நான்கு மடங்கு அதிக கலோரி சத்துத் தரவல்லது. கிழங்கில் உள்ள ஊட்டச் சத்துக்களின் விவரங்கள் கீழ் காணும் அட்டவணை உள்ளன.

சத்து	100 கிராமில் உள்ள அளவு
புரதம்	1.2 விழுக்காடு
கொழுப்பு	0.3 விழுக்காடு
நார்	1.3 விழுக்காடு
தாது உப்புகள்	1.3 விழுக்காடு
மாவுச் சத்து	34.7 கிராம்
சுண்ணாம்புச் சத்து	0.11 விழுக்காடு
இரும்புச் சத்து	0.7 மீ. கிராம்
தயாமின்	0.06 ”
ரைபோஃபிளாவின்	0.03 ”
நயாசின்	0.6 ”
அஸ்கோர்பிக் அமிலம்	36.0 ”
ஈரம்	62.5 ”
ஊட்டச்சத்து ‘பி’	32
வெப்பம்	146 கிலோ கலோரிகள்

மரவள்ளிக் கிழங்கில் ஹைட்ரோசயனிக் அமிலம் (hydrocyanic acid) என்ற நச்சுப் பொருள் உண்டு. இதில் கருங்கசப்பு (bitter), இனிப்பு என இரு வகைகளுண்டு. இருப்பினும் நிலங்களின் தன்மையைப்

பொறுத்து ஒருவகை மற்றொருவகையாக மாறலாம். இதன் அளவு இனிப்புக் கிழங்கில் கிலோவுக்கு 35 முதல்130 மி.கி. வரையிலும் கசப்புக் கிழங்கில் குறை வாகவும், தோலில் அதிகமாகவும் இருக்கும். ஆனால் வேகவைத்தவுடன் அல்லது காயவைத்தவுடன் நச்சுப் பொருள் முழுதும் நீங்கும். கிழங்கு உணவுப் பொரு ளாக மட்டுமல்லாமல் சவ்வரிசி (sago), சேமியா, மாவு, அப்பளம் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு மூலப் பொருளாகவும் (raw material) பயன்படுகின் றது. இதைச் சார்ந்த 800 தொழிற்சாலைகள் சேலம், தருமபுரி மாவட்டங்களில் இருக்கின்றன. இது தவிர மரவள்ளிக் கிழங்கு செடிகளிலிருந்து எரிசாரா யம் (fuel alcohol) தயாரிக்கலாம். இலைகளைக்கால் நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுத்தலாம். உலர்ந்த இலைகளையும் பக்குவம் செய்யப்பட்ட இலைகளை யும் கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கலாம். அரிசிக்குப் பதிலாகக் கிழங்குகள் பயன்படுவது மட்டுமல்லாமல், இவற்றிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற மாவு, தின்பண் டங்கள், பிஸ்கோத்துகள் (biscuits) ஆகியவற்றைச் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது. கிழங்கின் மாவு, பசை செய்வதற்குப் பயன் படுகின்றது. குங்குமம் செய்வதற்த உட்பொருளாக இதன் மாவு பயன்படு கின்றது. குளுக்கோஸ் (glucose), டெக்ஸ்ட்ரின் (dextrin) தயாரிப்பதற்கும் மாவுப் பொருள் பயன் படுகின்றது. இதன் திப்பி (tippi) மாடு, பன்றி ஆகி யவற்றிற்குத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றது.

சு. தம்புராசு

நூலோதி

The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984,

ஆளிகள்

ஆளிகளைப் (oysters) பற்றியும், அவற்றை வளர்க் கும் முறைகளைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்ளல, உற் பத்திக்கும், வேலைவாய்ப்புக்கும், செழிப்புக்கும், இணைந்த பல தொழில்கள் உருவாவதற்கும் வாய்ப் பளிக்கும். ஆளிகள் கடற்கரையோரப் பாறைகளின் மீதும், உப்பாற்றுப் படுகைகளிலும், சதுப்பு நிலக் காடுகளிலும் பெருமளவில் விளைகின்றன. கடலின் ஓத இடைப் பகுதிகளிலும் அடுத்த ஓரளவு ஆழம் வரையிலும் இவை பரவி விளைகின்றன. இவை வேறு பட்ட உப்புத்திறனைத் தாங்கும் திறன் பெற்றுள்ள மையால் ஓதவற்றத்தின் போது நீர் மட்டத்துக்கு மேலே காணப்பட்டாலும் தம்முள் அடைத்துக் கொள்ளக் கூடிய நீரால், நீருக்கு வெளியிலும் வாழக் கூடும். கூடி வாழும் குணம் படைத்த இவை, எளி தாகப் பெருமளவில் இனப்பெருக்கம் செய்யக் கூடியவை. அதிகப் பிழைப்புத் திறனுடனும் நல்ல வேகத்துடனும் இவை வளரக் கூடியவை. உலகில் ஆண்டொன்றுக்கு உற்பத்தியாகும் ஆளிகளின் சராசரி அளவு 5,91,386 டன்களாகும். இவை கிழக்குக் கடற்கரையிலுள்ள உவர் நீர்ப் பகுதிகளி லும், மேற்குக் கடற்கரையின் தென் பகுதிகளிலுள்ள உவர்நீர்ப் பரப்புகளிலும், கடலோரங்களிலும் அதிக மாக விளைகின்றன.

மெல்லுடலியான ஆளிகள் சிப்பி (bivalves) வகை யைச் சேர்ந்தவை. ஆயினும் அதே வகையைச்சேர்ந்த மட்டிகளினின்றும் (clams), கடற்காய்களினின்றும் (mussels) முற்றிலும் மாறுபட்டவை. ஆளியின் மெல் லுடலை மூடும் ஓடுகள் மிக உறுதியாகவும், குறிப் பிட்ட வடிவின்றியும் இருக்கும். ஓடுகள் இரண்டும் கடற்காய்களில் உள்ளவை போல் பக்கவாட்டிலின்றி அடிப்பக்கத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆளியின் அடிப்பக்க (அல்லது கீழ்) ஓட்டின் பெரும்பகுதி பாறைகளில் ஒட்டியிருக்கும். மேலோடு மட்டுமே திறந்து மூடும்படி இருக்கும். ஆளிகள், கூட்டம் கூட்ட மாக, ஒன்றோடு ஒன்று, அதனோடு இன்னொன்று என ஒட்டி வாழும் வாழ்வு முறையால் ஏற்படும் இடநெருக்கடியால், அவற்றின் ஓடுகளின் உரு வமைப்பு பெருமளவு மாறுபடலாம். ஆளியின் ஓடு கனமானதாக இருந்தாலும் அதனுள்ளிருக்கும் சதைப் பகுதி அதன் எடையில் 10 முதல் 15 விழுக்காடு அளவே இருக்கும். ஆளியின் மென்மையான சதை உப்புச்சத்துடன். சமைக்காமலே கூட உண்ணச் சுவையாய் இருக்கும். ஆளியைப் பிளந்து, அதன் சதையை நன்கு கழுவி அதன் மீதுசற்று எலுமிச்சம் பழச் சாற்றையும் சேர்த்துக்கொண்டால், நுங்கு போல் உண்ணலாம்.

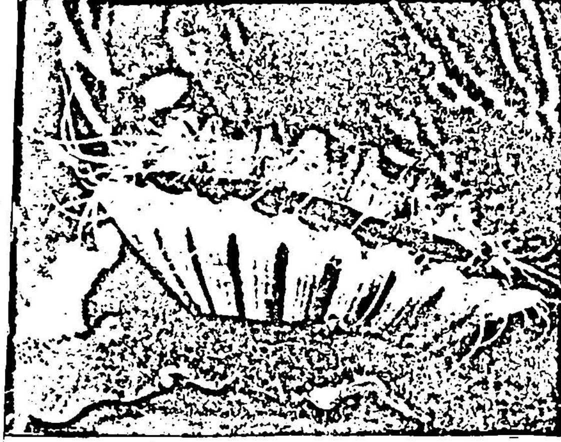
ஆளியின் சதையில் 9.8 விழுக்காடு புரதமும், 2.1 விழுக்காடு கொழுப்பும், 5.6 விழுக்காடு மாவுச் சத்தும், வைட்டமின் ஏ, வைட்டமின் பி.1, வைட்ட மின் பி. 12 போன்றவையும், நிக்கோட்டினிக் அமில மும் நிறைந்துள்ளன. கால்சியம், பாஸ்பரம், இரும்பு, சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற தாது உப்புக் களும் காணப்படுகின்றன. இத்தனைச் சத்துக்கள் இருந்தும் ஆளி போன்ற மெல்லுடலிகளை விரும்பி உண்ண இன்னமும் நம் நாட்டு மக்கள் முன்வர வில்லை. கடற்கரைப் பகுதியில் வாழும் ஏழை எளி யோர் மட்டுமே இவற்றை ஓரளவு நாடுகின்றனர். நம் நாட்டில் அறிவியல் அறிந்த பலர் இவற்றில் நோய்க் நுண்ணுயிர்கள் நிறைந்துள்ளன எனக் கருதி உண்ணத் தயங்குகின்றனர். ஆனால் உலக அரங் கில் பல நாட்டினர், ஆளியை அன்றாட உணவின் ஒரு பகுதியாகக் கொண்டு உண்டு வருகின்றனர். ஜப்பான், பிரான்சு, அமெரிக்கா, நெதர்லாந்து முதலிய நாடுகளில் ஆளியின் தேவை அதிகமாக உள்ளது. சில நாட்டினர் இவற்றைப் பச்சையாகவும் உண்கின்றனர். நாம் நமது உடல் நலம் கருதி, அவர்

களைப் போல உண்ணாவிட்டாலும், சமைத்துச் சாப்பிடலாம். இதனால் தீங்கில்லை.

இயற்கையாக விளையும் ஆளிகள் நமது சிறிய தேவைக்கேற்பக் கிடைக்கின்றனவே என்று, இவற்றைத் தொடர்ந்து அறுவடை செய்துகொண்டே போனால் ஆளிப் படுகைகளே (oyster beds) இல்லாமல் போக நேரிடும். இதனால் இளம் ஆளிகள் தோன்றவும் வழியற்றுப் போய்விடும். வளர்க்கப் படும் ஆளிகள் இயற்கைப் படுகைகளில் உள்ளவற்றை விடப் பன்மடங்கு அதிக வளர்ச்சியும் பெருமளவு சதைப்பற்றும் கொண்டிருக்கின்றன. எனவே எளிதில் நம் தேவை நிறைவது மட்டுமின்றி வெளிநாடுகளுக்கும் ஏற்றுமதி செய்து, நமது அந்நியச் செலாவணியைப் பெருக்கிக் கொள்ள முடியும்.

இந்நிலையைப் பெறவும், நம் நாட்டின் விலங்கினப் புரதம் செழிக்கவும், வேலை வாய்ப்புப் பெருகவும், அறிவியல் வழியில் ஆளிவளர்ப்பில் நாம் பெற்ற வெற்றியை மக்களுக்குத் தெரிவிக்கவும், தேவையானோர்க்குப் பயிற்சியளிக்கவும் ஆளி வளர்ப்புக்கேற்ற கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் பொருளாதாரத்தின் அடித்தளத்தில் உள்ள மக்கள் ஆளி வளர்ப்பை மேற்கொள்ளவும் ஏற்ற நிலையை ஏற்படுத்த வேண்டும். இதனால் ஆளிச்சதை உற்பத்தி பெருகுவதோடு ஆளி ஓடுகளின் உற்பத்தியும் மலையெனக் குவியும். இவை சுண்ணாம்பு, சிமென்ட் உற்பத்திக்குப் பெருமளவு உதவும். எனவே, ஆளி வளர்ப்பு நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாக இருக்கும்.

ஆளி வளர்ப்பில் முன்னணியில் நிற்கும் உலக நாடுகளான ஜப்பான், அமெரிக்கா, பிரான்சு,

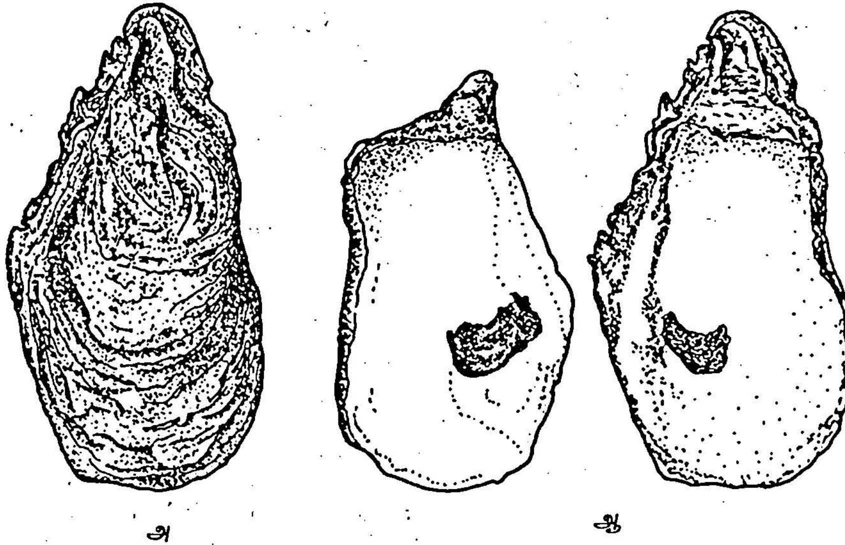


படம் 1. உணவு ஆளி

கொரியா, மெக்சிகோ ஆகியவை உலகின் மொத்த ஆளி உற்பத்தியில் (5, 91, 386 டன்கள்) முறையே 39, 22, 12, 9, 7 விழுக்காடுகளைப் பெற்றுத் தருகின்றன. மீதமுள்ள உலக நாடுகள் அனைத்தும் உற்பத்தி செய்யும் மொத்த அளவு, 11 விழுக்காடே. பிறநாடுகளில் வளர்க்கப்படும் ஆளிகளை அட்டவணையில் காண்க.

உலகில் மொத்த ஆளி உற்பத்தி, கிட்டத்தட்ட 6 லட்சம் டன் ஆகும். இதில் 38 விழுக்காட்டிற்கும் மேல் (2, 29, 899 டன்கள்) உற்பத்தி செய்து ஜப்பான் உலகில் முதலிடம் பெற்றுள்ளது. செயற்கை முறையில் இளம் ஆளிகளை வளர்க்கும் அறிவியல் நுணுக்கங்களை, ஜப்பானியர் நடைமுறையில் கொண்டிருப்பதால் அவர்கள் வளர்ப்பினங்கள் மிக வேகமாகப் பெருகுகின்றன. அவை நோய்களால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேலும் அவர்கள் நீள் கயிற்

எண்	ஆளி இனம்		வளர்க்கும் நாடுகள்
1.	ஆஸ்ட்ரியா எடுலிஸ்	(*Ostrea edulis*)	ஐரோப்பா
2.	ஆ. லூரிடா	(*O. lurida*)	அமெரிக்கா
3.	கிராசோஸ்ட்ரியா ஜைகாஸ்	(*Crassostrea gigas*)	சீனா, ஆஸ்திரேலியா ஜப்பான், கொரியா
4.	கி. வர்ஜினிகா	(*C. virginica*)	அமெரிக்கா
5.	கி. கமெர்சியாலிஸ்	(*C. commercialis*)	ஆஸ்திரேலியா, ஹவாய்
6.	கி. கிளோமெரா	(*C. glomera*)	நியூசிலாந்து
7.	கி. எராடிலியா	(*C. eradelia*)	பிலிப்பைன்ஸ்
8.	கி. ஆங்குலேட்டா	(*C. angulata*)	ஐரோப்பியக் கடற்கரை
9.	கி. ரைசோபோரே	(*C. rhizophorae*)	வெனிசுலா
10.	கி. ரிவலாரிஸ்	(*C. rivalaris*)	ஜப்பான்



படம் 2. ஆளி

அ. புறத்தோற்றம் ஆ. ஓடு பிரிக்கப்பட்ட நிலை

றில் வளர்த்தல் (long line culture) போன்ற மிகச் சிறந்த வளர்ப்பு முறைகளைப் பின்பற்றுகின்றனர். இதில் இரண்டாம் இடம் பெற்ற அமெரிக்காவிற்கும் 1,33,000 டன்கள் ஆளிகளை ஜப்பானியர் ஏற்றுமதி செய்கின்றனர். ஏறத்தாழ 1958ஆம் ஆண்டில் ஆளி வளர்ப்பில் இடம் தெரியாமல் இருந்த கொரியா இன்று பெரிய அளவில் (56 ஆயிரம் டன்களுக்கும் மேல்) உற்பத்தி செய்து உலகில் நான்காம் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

ஆளி வளர்ப்பைத் தொடங்கும் முன்னர், அதற்கேற்ற இடத்தைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். தகாத இடங்களில் ஆளி வளர்ப்பை மேற்கொள்ளல் தவறு. ஆளி வளர்ப்பதற்கான இடம், நீரின் உப்பளவு, திடீர் திடீரெனப் பேரளவில் மாறக்கூடாது. முடிந்தவரை சீரான உப்புத்தன்மை கொண்ட நீர்ப்பகுதியாக இருத்தல் நன்று. நீர், காரத்தன்மையுடையதாகவும், போதிய அளவு ஆக்சிஜன் உடையதாகவும் இருக்க வேண்டும். நீர் கலங்கலின்றித் தெளிவாகவும், அதே நேரம் ஆளிகளுக்கு வேண்டிய தாவர நுண் மிதவை யுயிரிகளின் உற்பத்தி அதிகமானதாகவும் இருக்க வேண்டும். ஆளி வளர்ப்பிடத்தின் அருகே, தொழிற்சாலைகள் அமைவதும், அவற்றின் கழிவுகள் நீரில் கலப்பதும் கூடா. ஏனெனில், அக்கழிவுகளின் நச்சுக்களால் ஆளிகள் மடியலாம். அல்லது, அக்கழிவுகள் ஆளிகளின் சதையில் சேர்த்துவைக்கப்பட்டுப் பின்னர் உண்ணத் தகுதியற்றுப் போகலாம். வளர்ப்பிடம் ஓரளவு அமைதியான நீர்ப்பரப்பாக இருக்கவேண்டும். இல்லையேல், சில முறைகளில் ஆளிகளை வளர்த்தல் முடியாததாகிவிடும். உப்பாற்றுக் கரையோரங்களில் வளர்ப்பை மேற்கொள்வதானால் கம்புகளை நட்டு வளர்க்கும் முறைகளுக்கேற்ப, அடிமட்டச் சேறு சற்று உறுதியானதாயிருக்க வேண்டும். வளர்ப்பிடத்தில் இடருயிரிகள் (foulers) இல்லாமலோ குறைந்த அளவுடனோ இருக்க வேண்டும். வளர்ப்புக்கு வேண்டிய இளம்ஆளிகள், வளர்ப்பிடத்திலேயே விளைந்திருப்பது நலம். பல்வேறு வளர்ப்புப் பணிகளில் ஈடுபடும் பணியாட்கள் எளிதில் கிடைக்கும் இடமாக இருக்க வேண்டும். அறுவடை செய்த ஆளிகளைப் பதப்படுத்தி, உடன் வெளியிடங்களுக்கு அனுப்பும்படி, அருகே போக்குவரத்து வசதிகள் இருக்க வேண்டும். வளர்ப்பிடத்தில் திருட்டு நடவாத சூழ்நிலை வேண்டும். இத்தகைய வசதிகள் உள்ள இடங்களில் ஆளி வளர்ப்பை மேற்கொள்ளலாம்.

ஆளி வளர்ப்பு முறைகள். ஆளி வளர்ப்பு முறைகள் ஒவ்வொரு நாட்டிலும், அங்குள்ள பொருளாதார, இயற்கைச் சூழ்நிலைகளுக்கேற்ற வகையில் மாறுபட்டுள்ளன. இன்றைய நிலையில் சாரம் (அடுக்குத்தட்டு) கட்டியும் (rack culture), தெப்பத்தின் துணை கொண்டும் (raft culture), நீள் கயிற்று முறையிலும் அடிமட்டத்தில் விதைப்பு முறையிலும் (on bottom culture), கம்பத்திலும் (pole culture), ஆளிகள் வளர்க்கப்படுகின்றன. இம்முறைகளில் முதல் மூன்றும் தரமானவை. ஏனைய இரண்டும், அவ்வளவு சிறப்பானவை என்று கூறுவதிற்கில்லை.

மிதப்புத் தெப்பங்களில் ஆளி வளர்த்தல். மிதப்புத் தெப்பங்களை வசதியான முறையில் மூங்கில் அல்லது சவுக்கு மரங்களைப் பயன்படுத்திக் கட்டிக் கொள்ளலாம். இவை சதுரமாகவோ, நீள்சதுரமாகவோ

இருக்கலாம். ஜப்பானியர் 25×16 மீட்டர் அளவி லான தெப்பங்களைக் கட்டி ஆளி வளர்ப்பை மேற் கொண்டுள்ளனர். ஒவ்வொரு மிதப்புத் தெப்பத்தி லிருந்தும் ஆளிகளைத் தாங்கித் தொங்கும் 500முதல் 600 மெல்லிய கம்பிப்பிரிகள் (wire strings) அல்லது கயிறுகள் இணைக்கப்படும். தெப்பங்கள் எளிதில் மிதப்பதற்காக, தெப்பத்தின் பல பக்கங்களிலும் மிதவைகள் பொருத்தப்படும். மிதக்கக் கூடிய மூங் கில்களில் மிதவைகளும் பொருத்தப்படுவதால், நாள டைவில் வளரக் கூடிய ஆளிகளின் எடையையும் தாங்கித் தெப்பங்கள் எளிதில் மிதக்கக் கூடியவை யாய் இருக்கும். தேவையென்றால் சில மிதவைகளை மீண்டும் சேர்க்கலாம். துருப்பிடிக்காத, வண்ணம் பூசப்பட்ட எண்ணெய்ப் பீப்பாய்களையும் மிதப்பு களாகப் பயன்படுத்தலாம்.

தெப்பங்கள் குறிப்பிட்ட பகுதியிலேயே மிதந்து நிற்கும்படியாக, 2 நங்கூரங்களைத் தெப்பத்தோடு இணைந்து நீருக்குள் இறக்கி விட வேண்டும். இரண்டு மீட்டர் இடைவெளிக்கு ஒன்று என 10 அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட தெப்பங்களை இணைத் துக் கொள்ளலாம். ஒரு தெப்பத்திலிருந்து மறு தெப்பத்துக்குக் கடந்து செல்லவும், செயலாற்றவும் வசதியாகத் தெப்பங்களுக்கிடையே நடைபலகை களை இணைக்க வேண்டும். தெப்பத்திலிருந்து தொங்கும் ஆளி வளர்ப்புக் கம்பிப்பிரிகள், நீரடி மட்டத்தைத் தொடாதவாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அப்போதுதான் வளர்ப்பு ஆளிகளுக்குப் பகையினங்களால் தீங்கு ஏதும் நேராதவாறு பார்த் துக் கொள்ள முடியும்.

தட்டுகளில் ஆளி வளர்ப்பு. ஆழம் குறைவாக (1 முதல் 4 மீட்டர்), வேகமாக அலைகள் இல்லாத ஓரளவு அமைதியான, கடற்கரைப் பகுதிகளில்தான் சாரம் கட்டித் தட்டுகளில் ஆளி வளர்க்கும் முறையை மேற்கொள்ள முடியும். சாரம் கட்ட, இரண்டு வரிசையாகச் சவுக்குக் கம்புகள் உறுதியாக நடப் படும். நீரின் மேல்மட்டத்துக்கு மேல் சவுக்கு மரத் துண்டுகளில் மேற்பாகம்தெரிய வேண்டும். இவ்வாறு 2 வரிசையாக நடப்பட்ட சவுக்குக் கம்புகளை நீண்ட சவுக்குத்துண்டுகளால் இணைக்க வேண்டும். பின்னர் இவ்விரண்டு நீண்ட சவுக்குத் துண்டுகளுக்கிடையே குறுக்குக் கம்புகளை வரிசையாக வைத்து மேடை போன்று அமையும்படி அவற்றை உறுதியாகக் கட்ட வேண்டும். இக்குறுக்குக்கட்டைகளின் (தட்டு) மேல், இளம் ஆளிகள் இருப்புச் செய்யப்பட்ட கூண்டு களைப் பொருத்தி ஆளிகளை வளர்க்க வேண்டும். கூண்டுகள் இருக்கும் மேடைத்தட்டு எப்போதும் நீரில் மூழ்கி இருக்கும்படிப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். சிலமணி நேரங்கள், ஓதமற்ற காலத்தில் ஆளிகள் நீர்மட்டத்துக்கு மேலே தெரிந்தால் ஆபத்து ஒன்று மில்லை; மாறாக இந்நேரங்களில் ஆளிகளில் காணப் படும் புழு,பூச்சிகளைப் பறவைகள் தின்று ஆளிகளைப் பாதுகாக்கும். தட்டு அமைக்காத சாரத்தின் குறுக்கு, நெடுக்குக் கம்புகளின் கம்பிகளிலும், அல்லது கம்பி களின் தொங்கும் தட்டுகளிலும் ஆளிகளை வளர்க் கலாம்,

நீள் கயிற்றில் ஆளி வளர்ப்பு. இந்த ஆளி வளர்ப்பு முறை ஜப்பானில் கண்டறியப் பட்டது. நீரின் மேற் பரப்பில் இணையாகச் செல்லும் உறுதியானகயிறுகள் மிதப்புகளில் கட்டப்பட்டிருக்கும். ஒரு மிதப்புக்கும் அடுத்த மிதப்புக்கும் இடையே 7 மீட்டர் தொலை வுள்ள மிதப்புகளை ஒரு நீள் கயிற்றில் இணைக் கலாம். அல்லது இணையாகச் செல்லும் இரண்டு கயிறுகளிலும் இணைக்கலாம். இரண்டு நீள்கயிறு கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் மிதவைகள் பெரியவை யாக இருக்கவேண்டும். நீளமாக ஓடும் கயிறுகளில் இளம் ஆளிகள் ஒட்டியுள்ள ஆளி வளர்ப்புக் கயிறு கள் அல்லது கம்பிகள் கட்டித் தொங்கவிடப்படும். இத்தொங்குகயிற்றை ஆங்கிலத்தில் ரென் (ren) என்பர். இவை ஒவ்வொன்றின் நீளமும் 7.5 முதல் 10 மீட்டர் நீளம் வரை இருக்கலாம். ஆனால், நீரின் அடிமட்டத்தை இவை தொடக்கூடாது. எனினும், கயிறுகள் அல்லது கம்பிகளின் நீளம் வளர்ப்பிடத்தின் ஆழத்தையும், ஒளிபுகும் அளவையும் ஆளிகளுக்கு உணவாகும் மிதக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் உற்பத் தியையும் பொறுத்து மாறுபடும். ஜப்பானியர்கள் 60 மீட்டர் நீளக் கயிற்றை மிதப்புகளுடன் இணைத்து, 300 வளர்ப்புக் கயிறுகளைத் தொங்க விட்டு, 1.2 டன் ஆளியை (சதை எடை) 18 மாதங்களில் உற்பத்தி செய்து உள்ளனர். ஓர் ஹெக்டேர் பரப்பில் இத்தகைய 44 நீள் கயிறுகளில் 53 டன் ஆளிகளை வளர்த்து உற்பத்தி செய்யமுடியும் என அறியப்பட்டுள்ளது. அதிக ஆழமான கடல் பகுதிகளில், இம்முறையை மேற்கொள்ளும் போது ஆளிகள் வளரும் தொங்கு கயிறுகளின் நீளம் 15 மீட்டராகக் கூட இருக்கலாம். வளமற்ற ஆழமான பகுதிகளில் இத்தகைய கயிறு களைத் தொங்கவிடுவதில் பயன் இல்லை. இத்தகைய் கயிறுகளின் நீளம் அவற்றின் எண்ணிக்கை, நீரின் வளம் முதலியவை அதிகமாக இருந்தால் ஆளிகளின் மொத்த உற்பத்தியும் அதிகமாக இருக்கும். வளரும் ஆளிகளின் எடை மிகுதியால் மிதப்புகள் அமிழக் கூடும். அத்தருணங்களில் மேலும் அதிக மிதப்புக ளைப் பொருத்த வேண்டும். அல்லது சில கயிறுகளை அவிழ்த்து விடவேண்டும்; அல்லது பகுதி அறுவடை செய்யவேண்டும். இம்முறையிலான ஆளி வளர்ப்பு குறைந்த முதலீட்டாலும் குறைந்த மேலாண்மைச் செயலாலும், காற்று அல்லது அலைகளின் வேகத்துக்கு ஈடு செய்யும் தன்மையாலும் தெப்பங் களில் ஆளி வளர்ப்பதை விடச் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. தெப்பங்களை அதிக அலை கள் அற்ற பகுதிகளில் மட்டுமே நிலைநிறுத்தி வளர்ப்பை மேற்கொள்ள முடியும். சாரம் கட்டித் தட்டுகளில் ஆளி வளர்ப்பதைக் கரையோரங்களில் மட்டுமே மேற்கொள்ள முடியும். ஆனால், நீள்

கயிற்றில் ஆளி வளர்ப்பது அப்படி இல்லை. மறைவற்ற, அலைகள் உள்ள ஆழ்கடலிலும் இம்முறையில் ஆளி வளர்ப்பதை மேற்கொள்ளக் கூடிய வாய்ப்பு அதிகம் உள்ளது.

மரக்கம்புகளை நட்டு ஆளி வளர்த்தல். ஆழம் குறைந்த கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் நீரடித் தளத்தில் கம்புகளை நட்டு அவற்றில் ஆளிகளை வளரச் செய்யும் முறை பழையதாகும். இம்முறையில் ஏறத்தாழ இரண்டு மீட்டர் நீளமான சவுக்கு அல்லது விலை மலிவான, எளிதில் கெட்டுப்போகாத மரக் கம்புகள் உறுதியாக நட்டு வைக்கப்படும். அவற்றில் ஆளிகள் ஒட்டியபடி வளர்க்கப்படுகின்றன. வளர்ப்பை மேற்கொள்ள, ஏற்ற நீர்ப்பரப்பு போதுமான அளவு இல்லாவிட்டால் இம்முறை பயன் படாது. மேலும், நீரடி மட்டத்தில் வாழும் ஏனைய கடல் உயிர்கள் கம்புகளில் ஏறி ஆளிகளை உண்டு அழிக்கக் கூடுமாகையால் இம்முறை அவ்வளவு ஏற்றதன்று.

அடிமட்ட விதைப்பு முறை வளர்ப்பு. நெல் நாற்றங்காலில் நெல் விதைகளைத் தூவுவது போல், இளம் ஆளிகளைக் கடல் அடி மட்டத்தில் அல்லது உவர் நீர்ப் பகுதிகளின் அடிமட்டத்தில் தூவி வளர்ப்பது விதைப்புமுறை வளர்ப்பாகும். முதலில் நீரடி மட்டத்தை ஓரளவு தயார் செய்து விட்டு விதைத்த ஆளிகளைச் சில மாதங்கள் வளர விட்டபின் அவற்றை அறுவடை செய்யவேண்டும். இம்முறையில் நீரின் அடிமட்டத்தில் ஆளிகள் கிடப்பதால் போதுமான அளவு உணவு கிடைக்காது. எனவே வளர்ச்சியும் சிறப்பாக இராது. மேலும், அவை பகையினங்களால் பாதிக்கப்படும். இக்காரணங்களால் ஆளி உற்பத்தி குறையலாம். அதனால் பல நாடுகள் இம்முறையில் ஆளி வளர்ப்பதைக் கைவிட்டு விட்டன. எனினும் இம்முறையில் செலவு அதிகம் இல்லாததால் அமெரிக்கர்கள் இம்முறையிலேயே இன்னும் ஆளி வளர்ப்பதை மேற்கொண்டுள்ளனர்.

வளர்ப்புக்கான இளம் ஆளிகள். ஆளி வளர்ப்புக்குத் தேவையான இளம் ஆளிகளைத் தேவையான அளவு இயற்கை முறையிலேயே நாம் திரட்டிக் கொள்ளலாம். ஒரு வேளை சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் வேண்டியநேரத்தில், வேண்டிய அளவு இளம் ஆளிகள் வளர்ப்புக்குக் கிடைக்கவில்லையாயின் எளிதில் செயற்கை முறையை நாடலாம். இனமுதிர்ச்சியடைந்த ஆளிகளை எளிதில் இனப்பெருக்கத்திற்கு உட்படுத்த முடியும். ஆளிகளைப் பொறுத்தவரை தூண்டுமுறை இனப்பெருக்கம் ஒரு பெரிய விந்தை அன்று. எனவே, இளம் ஆளிகள் கிடைப்பது ஆளி வளர்ப்புக்குத் தடையாயிராது. மேலும் இவற்றை, உப்பங்கழிகளிலும், சதுப்பு நிலக் காடுகளிலும் கூட வளர்க்க முடியும். இத்தகைய பகுதிகளில் இவற்றிற்குப் பெருமளவு உணவுகிடைக்கக் கூடும். ஆதலால், இங்கு இவற்றின் வளர்ச்சி மிகுந்து உற்பத்தித் திறன் அதிகமாகும். இங்கிருந்து வளர்ப்புக்கான இளம் ஆளிகள் கிடைக்கின்றன. இளம் ஆளிகளைத் திரட்டுவதும் ஆளி வளர்ப்பில் ஒரு நுணுக்கச் செயலே. ஆளிகளின் இளம்உயிரிகள் (larva) இலட்சக்கணக்கில் முதிர்ந்த ஆளிகளிலிருந்து வெளியாகும். இவை, குறுகிய கால நீந்தும் பருவத்திற்குப் பின்னர், ஒட்டி வாழும் பருவத்தை அடைகின்றன. அப்பருவத்தில் ஒட்டி வாழ எதுவும் கிடைக்காவிட்டால் அவை மாண்டுபோகும். ஆக, இளம் ஆளிகளைத் திரட்டல் என்பது, இளவுயிரிகள் ஒட்டி வளர ஏற்ற வசதிகளைச் செய்தல் ஆகும். அவ்வாறு அவை ஒட்டி வளரப் பல்வேறு பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஆளிகளின் ஓடுகள், தேங்காய் ஓடுகள், உரித்து விடப்பட்ட குஞ்சம் போன்று தொங்கும் கயிற்றின் முனைகள், வீட்டின் கூரையில் பரப்பப்படும் வளைந்த ஓடுகள் ஆகிய வற்றை இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். ஆளிகளின் ஓடுகளின் நடுவில் ஓட்டைசெய்து அவற்றை 10 முதல 20 மீட்டர் நீளக்கம்பிகளில் கோத்து, இளம் ஆளிகள் கிடைக்கக்கூடிய பகுதிகளில் தொங்க விடலாம். இதேபோல், தேங்காய் ஓடுகளையும் தொங்க விடலாம். வளைந்த ஓடுகளில் கரைத்த சுண்ணாம்பைத் தடவிக் காயவைத்த பின்னர், அவ்வோடுகளைத் தட்டுகளில் அடுக்கி நீரில் தொங்க விடலாம். இத்தகைய ஓடுகளில் அடிமட்டத்தில் இளம்உயிரிகள் ஒட்டி இளம் ஆளி (spat) களாக வளரும். இளம் ஆளிகளைத் திரட்டும் பகுதிகளில், நீரில் விட்டுவைக்கப் பட்ட இளம் ஆளிகளை ஒருசில மாதங்களில் பிரித்தெடுத்துப் பக்குவமாக வளர்ப்புக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

ஆளிகளின் உணவு. ஆளிகள் சுற்றுப்புற நீரில் காணப்படும் மிதக்கும் நுண்ணுயிர்த் தாவரங்களை உண்கின்றன. இவை என்னென்ன உணவுகளை உண்கின்றன என்பது ஆய்வுக்குரியது. இவற்றின் உணவுப் பட்டியலில் ஆண்டின் ஒவ்வொரு மாதமும் காணப்படும் மிதவைத் தாவரங்கள் இடம் பெறுகின்றன. பொதுவாக, பிடல்பியா (*biddulphia*), ரைசோசோலினியா (*rhizosolenia*), கீட்டோசிராஸ் (*chaetoceros*), காசினோடிஸ்கஸ் (*coscinodiscus*), ப்ளூரோசிக்மா (*pleurosigma*), நேவிக்குலா (*navicula*) முதலியவற்றையும், இனம் காணமுடியாத முக்கிய நுண் பொருள்களையும் இவை உண்கின்றன. நேரடியாகத் தாவரப் பொருள்களை ஆளிகளின் வேக வளர்ச்சிக்குக் காரணமாகும். இதனால், நமது நாட்டில் ஆண்டு ஒன்றுக்கு ஒரு ஹெக்டேர் பரப்பளவில் இருந்து கிடைக்கக்கூடிய ஆளி உற்பத்தி ஏறத்தாழ 150 டன்களாக உள்ளது. இது தற்போது கிடைக்க கூடிய அதிக நன்னீர் மீன் உறபத்தித் திறனைப் போல் பதினைந்து மடங்கு அதிகமாகும்.

நம் நாட்டில் ஆளி வளர்ப்பு. நம் நாட்டில் பல்வேறு வகையான ஆளிகள் உள்ளன. அவற்றுள் முதன்மை

யானவை கிரசாஸ்ட்ரியா மெட்ராசென்சிஸ் (*Crassostrea madrasensis*), கி.குக்குலேட்டா (*C. Cucullata*) கி. கிரைபாய்கள் (*C. gryphoides*) கி.டிஸ்காய்டியா (*C. discoidea*) போன்றவையாகும். கிரசாஸ்ட்ரியா மெட்ராசென்சிஸ் எனும் உவர்நீர் ஆளி அல்லது சென்னை ஆளி உப்பங்கழிகளிலும், கடல் நீரிலும், பாறைகளின் மேற்பகுதிகளில் காணப்படும். எண்ணூார், தூத்துக் குடி போன்ற பகுதிகளில் சேற்றிலும் காணப்படுவதுண்டு. இந்த ஆளி இனம், நமது நாட்டின் சோனாபூர், கோதாவரி டெல்டாப்பகுதி கோகுலா பள்ளி, புலிக்காடு, எண்ணூர், சென்னை, கடலூர், ஆத்தங்கரை, தூத்துகுடி, கேரளக் கடற்கரை ஆகிய இடங்களில் அதிகம் பரவியுள்ளது. கிரசாஸ்ட்ரியா குக்குலேட்டா என்னும் ஆளி, பரவலாக இந்தியக் கடற்கரை முழுவதும் காணப்படுகிறது. கடல் நீரில் மட்டுமின்றி உப்புத்திறன் மாறுபட்டுக் கொண்டிருக்கும் உவர்நீரிலும் ஆளிகள் வளரக்கூடியவை.

முதன் முதலில், ஆர்னல் என்ற ஆய்வாளர் ஆளி வளர்ப்பைச் செங்கல்பட்டு மாவட்டத்திலுள்ள எண்ணூாரில் 1910 ஆம் ஆண்டு தொடங்கினார். இதற்கு முன்னர், ஆளி வளர்ப்பைப் பற்றி நாம் அறிந்ததில்லை. வளர்ப்புக்கேற்ற இளம் ஆளி திரட்டல் போன்றவற்றில் அவர் வெற்றி கண்ட போதிலும் ஆளி வளர்ப்பு, பின்னர் தொய்வுற்றுத் தோல்வியுற்றுக் கிடப்பில் போடப்பட்டது. ஆனால், மீண்டும் ஆளி வளர்ப்பை மேற்கொள்ள மைய மீன்வள ஆய்வுக் கழகம், திட்டமொன்றை 1970 இல் தூத்துக்குடி கடற்கரைப் பகுதியில் செயல்படுத்தத் தொடங்கியது. இப்பகுதியில் தேவையான இளம் ஆளிகள் கிடைக்கின்றன. இவற்றைத் திரட்டி, கட்டப்பட்டுள்ள சாரங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ள கூண்டுகளில் திரட்டிவைத்து வளர்க்கின்றனர். கூண்டு ஒவ்வொன்றும் 90×60×15 செ.மீ. அளவுடையது. இக்கூண்டு 6 மி.மீ. பருமனனுள்ள கம்பியாலான சட்டத்தைக் கொண்டது. இது 2 மி.மீ பருமனுடைய நைலான் கயிற்றால் 20 மி.மீ. வலைத்துளைகள் உள்ளவாறு பின்னப்பட்ட வலையால் சுற்றப்பட்டிருக்கும். இக்கூண்டினுள் வலைத் துளைகளினுள் நீர் போதுமானபடிச் செல்ல முடியும். மேலும் ஆளிகளுக்கு வேண்டிய உணவும் ஆக்சிஜனும் கிடைக்கும். எனினும், பாசிகளோ மற்ற உயிர்களோ இவ்வலைத் துளைகளில் வளர்ந்து அடைத்து விட்டால் நீர்ப்போக்குவரத்து தடைப்படும். இந்நிலை ஏற்படாதிருக்க, அவ்வப்போது வளர்ப்புத் தட்டுகளைத் (கூண்டுகளை) தேவையுறும் போது தூய்மை செய்ய வேண்டும். கூண்டுகளில் இளம் ஆளிகளில் வளர்ச்சி முதலில் மாதத்துக்கு 12முதல் 15மி.மீ. என்ற அளவில் இருக்கும். மூன்று அல்லது மூன்றரை மாதங்களில் 40 மி.மீ. நீளம் வரை வளரக்கூடிய இத்தகைய ஆளிகள் ஒரு வருடத்தில் 17 செ.மீ. நீளம் வரை வளரும். இதன் அடிப்படையில் ஆண்டொன்றில் ஹெக்டேருக்குக் கிடைக்கும் உற்பத்தி 120 முதல் 150 டன்கள் ஆகும். ஓடு நீக்கிய சதை மட்டும் 12 டன்களாகும். இத்தகைய உற்பத்தி, கியூபா, ஆஸ்த்திரேலியா, பிரான்சு, போன்ற நாடுகளின் உற்பத்தித் திறனை விடப் பன்மடங்கு அதிகமானது.

நன்கு வளர்ந்து இனமுதிர்ச்சியடைந்த ஒவ்வோர் ஆளியும் பல இலட்சக்கணக்கில் முட்டையிடும். தாயிடமிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட முட்டைகள் கேஸ்ட்ரூலா (gastrula), ட்ரோக்கோபோர் (trochophore) போன்ற பருவங்களைக் கடந்து பதினொரு நாள்களில் இளம் ஆளிகளாகிப் பாறை, தூண் போன்றவற்றில் ஒட்டி வளரத் தொடங்குகின்றன. இந்நிலை அடையும் வரை இவை நீர் செல்லும் திசையில் நீரோடு சென்று மிதவையாக மட்டும் இருப்பதால், இவற்றின் வளர்ச்சியும், வாழ்க்கையும் நீரின் தட்ப வெப்ப நிலை, நீரோட்டம் மற்ற உயிர்களால் உண்ணப்படாதிருத்தல் முதலியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும். எனவே, பெருமளவு முட்டைகள், மிகச்சில நாள்களில் மடியவோ, இரையாகவோ நேரிடுகின்றன. ஆகையால் அதிக அளவு முட்டைகள் உற்பத்தியாதல் இயற்கையின் வரமே எனலாம். இன முதிர்ச்சிக்குப் பின்னர் வெளியாகும் இளவுயிரிகளைத் தக்க திரட்டல் முறையில் திரட்டி வளர்க்க வேண்டும்.

ஆளி வளர்ப்பில் அவ்வப்போது கவனிக்க வேண்டிய வேலைகள். வளர்ப்புக்கான ஏற்பாடுகளைச் செய்து, வளர்ப்பினங்களை வளர விட்ட பின்னர், இனி அறுவடையின் போது பார்த்தால் போதும், என்றிருக்கக் கூடாது. ஆளிகளின் வளர்ச்சி எவ்வாறு உள்ளது. அவற்றின் உடல்நலம் எவ்வாறு உள்ளது, ஒட்டுண்ணிகள் பாதிக்கின்றனவா என்பனவற்றையெல்லாம் கவனித்துத் தக்க நடவடிக்கை எடுக்கவேண்டும். வளரும் ஆளிகளின் மீது, இடருயிரிகளான அலசி (barnades) பாசிகள் போன்றவையும் ஒட்டி வளரும். இவற்றால் ஆளிகளின் வளர்ச்சி பெரிதும் பாதிக்கப்படும். எனவே அவற்றை ஆளிகளின்று அவ்வப்போது அப்புறப்படுத்த வேண்டும். இவை ஆளி வளர்ப்புத் தட்டுகளிலும் காணப்படுவதால் அவற்றையும் தூய்மை செய்யவேண்டும். அவ்வப்போது ஆளிகளின் வளர்ச்சியை அளவெடுத்துக் கண்டறிய வேண்டும். அடையும் வளர்ச்சியைப் பொறுத்து ஆளிகளின் எண்ணிக்கையை வளர்ப்பிடத்தில் குறைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்பட்டால் அதனைச் செய்யவேண்டும். பகையினங்களினாலும் ஆளிகளுக்கு ஆபத்துவராமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். சில வேளைகளில் நீர் மட்டம் குறைந்து, ஆளிகள் அதிக நேரம் நீருக்கு வெளியிலிருக்கும் நிலை ஏற்பட்டால், அதற்கேற்ப வளர்ச்சி குறைந்து, உற்பத்தியும் குறையும். எனவே வளர்ப்புத் தட்டுகள் நீரில் மூழ்கியிருக்கும்படி மாற்றியமைத்துக் கொள்ளவேண்டும். வளர்ப்புத் தட்டுக்கள், முழு நேரமும் நீரில் மூழ்கியிருக்கவேண்டும் என்ற கட்டாயமில்லை. சிறிது நேரம் வெளியில்

தெரிந்தால், ஆளிகளில் ஒட்டியிருக்கும் அல்லது ஆளி களின் ஊடே இருக்கும் வேண்டாத பூச்சி, புழுக்கள் பறவைகளால் உண்ணப்பட்டு விடும். இதற்கு ஓரளவு இடமளிக்கலாம்.

மீன்வளர்ப்பு அல்லது இறால் வளர்ப்புப் போல் இதற்கு உரமிடல், உணவிடல், நீர் நிர்வாகம் முதலிய பணிகளெல்லாம் இல்லையாதலால், பொதுவாக வேலைப்பளு குறைவே. குறிப்பிட்ட அளவு வளர்ச் சியைப் பெற்றதும் 7 முதல் 8 மாதங்களில் ஆளிகளை அறுவடை செய்யவேண்டும்.

வெ. சுந்தரராஜ்

ஆளிகை

தொழிற்கூடங்களில் உள்ள பல்வேறு எந்திரங்கள், உட்கனற் பொறிகள் ஆகியவை உயர்சுழல் வேகத் தில் இயங்கக்கூடியவை. இவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் திறன் கட்டுப்படுத்தக் கூடியதாகவும் பயனளிக்கத் தக்கதாகவும் இருக்க வேண்டும். திறன் தேவைப் படும் அளவிற்கும் அதிகமாக வெளிப்பட்டால், அதைக் கட்டுக்குள் கொண்டு வர இயலாவிடில் அது வீணே. அதுபோல், வெளிப்படும் திறனுக்குத் தொடர்புள்ள சுழல் வேகம் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மீறி இருந்தாலும் பொறியின் கட்டுமானம் பாதிக் கப்படக்கூடும். எனவே இயக்கத்திலிருக்கும் கருவி அல்லது பொறியில் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய சிறப்பியல்புகள், இசைவுப் பொருத்தமாகப் பயன் தருமாறு, சரி செய்து கொள்ள வேண்டும். பொறி யினை இயக்கும் தொழிலாளி, கவனத்துடன் பொறி யின் வேறுபடு தன்மைகளைக் கவனித்துக் கொண்டே இருந்தால், இயல்புகள் வரம்பு மீறுவதாகத் தெரிந்த வுடன், அவற்றிற்கேற்றவாறு மற்ற இயல்புகளைக் கூட்டியோ குறைத்தோ, பொறியினைக் கட்டுப் பாட்டுக்குள் கொண்டு வரலாம். அங்ஙனம் சரி செய்யப்படல் தன்னியக்கமாக நடைபெற முடியு மானால் பொறியின் காலம் நீட்டிக்கப்பட்டுச் சிறந்த நன்மைகளை அடையமுடியும்.

பொறிகள் அனைத்தும் அவற்றின் சுழல் வேகத் தைப் பொறுத்தே வடிவமைக்கப் பட்டுள்ளன. பிற இயல்புகளுக்கும் பொறியின் சுழல் வேகத்திற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதால் சுழல் வேகத்தைக் கட்டுக்குள் வைத்தல் வேண்டும். பொறியின் சுழல் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தல் என்பது பொறியியல் துறையில், குறிப்பாக எந்திரவியலில் ஒரு முக்கிய கோட்பாடு ஆகும்.

இங்ஙனம் மற்ற இயல்புகள் தாமாகவே மாறு படும்போது, அவற்றிற்கேற்றவாறு சுழல் வேகத் தினைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பே ஆளிகை எனப் படும். பொறியின் பிற இயல்புகளை நேரடியாகக் கட்டுக்குள் கொண்டு வருவதைவிட, சுழல் வேகத் தைக் கட்டுப்படுத்தி நிலைநாட்டுவது எளிதானது; ஆகையால் ஆளிகையின் துணையோடு சுழல்வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, மின் திறனை ஆக்க உதவும் மின்னாக்கியுடன் (geneator) இணைக்கப் பட்டிருக்கும் சுழலி (turbine) அமைப்பில், மின் னாக்கியின் சுமை (load) அதிகரிக்கும்போது சுழல் வேகம் குறிப்பிட்ட அளவு அதிகரிக்கிறது. அவ்வாறே சுமை குறையும் போதும் சுழல் வேகம் குறைந்து விடுகிறது. இங்ஙனம் திடீரென்று வேறுபடும் சுமை, சுழல் வேகத்தைத் திட்டமிடப்பட்ட வகையில், ஓரளவிற்குத்தான் கூட்டியோ குறைத்தோ, மாற்ற லாமே தவிர, மின்னாக்கி அமைப்பின் திறன் பாதிக் கும் அளவில் இருக்கக்கூடாது. எனவே இந்நிலையில் வடிவமைப்பிற்கு (design) ஏற்றவாறு சுழல்வேகத்தை ஆள்வதே ஆளிகையின் குறிக்கோளாகும்.

1784 ஆம் ஆண்டு ஜேம்ஸ்வாட் (James Watt) என்ற அறிஞர் ஆளிகையின் கோட்பாட்டை எடுத்துக் கூறியுள்ளார். சுழற்சியின் போது ஏற்படும் மைய விலக்கு விசையினைக் கொண்டே ஆளிகையினைச் செயற்படுத்தலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்குச் சுழற்சியின் போதே விலகிச் சென்று வெவ் வேறு ஆரத்தில் சுற்றும் எடைப் பந்துகள் பயன் படுத்தப்பட்டன. பல்வேறு மாறுபாடுகளுடன் ஜேம்ஸ்வாட்டின் ஆளிகை, சுருள்வில் விசையின் துணையினால் துல்லியமாக மேம்படுத்தப்பட்டது.

விலகிச் சுற்றும் பந்து அமைப்பு, சிறப்பான தன்மை கொண்டிருந்தாலும் அதிக அளவு திறனை உற்பத்தி செய்யும் சுழலி அமைப்புகளில், சான்றாக நீரியல் சுழலியில் (hydraulic turbine), அவ்வளவு துல்லியமாகச் செயலாற்ற இயலாது. நீரின் அள வினையும், விசையினையும், திசைவேகத்தினையும் கருத்தில்கொண்டு, நீரினை உள்ளடக்கி, குறிப்பிட்ட திசையில் செலுத்தும் வழிப்படுத்து அலகுகள் (guide vanes) இயக்கப்படல் வேண்டும். இதற்குத் தனிப் பட்ட அமைப்புத் தேவைப்படுகின்றது. மேலும் இவ் வமைப்பு, பயன்தரு வெளியீட்டுத் திறனுக்குத் தகுந்த வாறே சுழல் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இத்தகு சிறப்புக் கூறுபாடுகளுடன் கூடிய துணை எந்திர இயக்கிகள் பணிப்புமின்னோடி (servo motor) எனப்படும். இப்படிப்பட்ட பணிப்புமின்னோடி யாலேயே மேற்கூறப்பட்ட மையவிலக்கு விசையின் இயக்கத்துக்குள்ளாகும் பந்துகள், மறைமுகமாக இயக்கப்படுகின்றன. இது பொறியின் மற்ற இயல்பு களையும் வேறுபடுத்த உதவுகின்றது. எனவே, ஆளிகை என்பது விசைப்பந்துகள், ஊசல் (pendulum), பணிப்பு மின்னோடி போன்ற கட்டுப்படுத் திகள் அடங்கிய தொடர் அமைப்பினையே ஒட்டு மொத்தமாகக் குறிக்கும்.

பொதுவாக ஆளிகையின் வேலை, வேறுபடும் சுழல் வேகத்தினைக் கட்டுக்குள் கொண்டுவரப் பொறிக்கு உட்செலுத்தப்படும் செயல்படு பாய்மத்தைத் (working fluid) தகுந்தவாறு வேறுபடுத்துவதாகும் எனவும் கொள்ளலாம். இதனை ஒத்தியக்க (synchronous) வேகச் சீர் அமைப்பான் என்றும் கூறுவர்.

சமனியக்கச்சக்கரமும் ஆளிகையும். பொறிகளின் சுழல் வேகத்தினைச் சமப்படுத்த சமனியக்கச் சக்கரங்களும் (fly wheels) பயன்படுவதுண்டு. இந்நிலையில் சமனியக்கச் சக்கரத்திற்கும் ஆளிகைக்கும் உள்ள முக்கிய வேறுபாடுகளை உணர்வது அவசியம்.

சமனியக்கச் சக்கரம், பொறியியலில் ஏற்படும் அதிகத் திறனை அடக்கிக் கொள்ளப் பயன்படுகிறது. பொறி, இயக்கத்தில் இருக்கையில் வெளிப்படு ஆற்றலின் ஏற்ற இறக்கம் (fluctuation) குறுகிய நேரத்தில் இருந்தால் மட்டுமே சமனியக்கச் சக்கரம் பயன் தரும். ஒவ்வொரு சுழற்சியின் (cycle) போதும் வேறுபடும் திறனால் மாறுபடக்கூடிய சுழல்வேகத்தின் ஏற்ற இறக்கத்தினை இச்சக்கரம் கட்டுப்படுத்துகிறது. அதாவது திருக்கம் (torque) வேறுபடுவதால் ஏற்படும் சுழல்வேக வேறுபாடுகளைக் கட்டுக்குள் கொண்டுவர இச்சக்கரமும் இயங்குகிறது.

ஆனால் ஆளிகை, முன்னர்க் குறிப்பிட்டபடி, பொறிக்குள் செலுத்தப்படும் திறனை, நீண்டகால அளவிற்கு, வேண்டும் வகையில் ஏற்றவாறு கட்டுப்படுத்திச் சுழல் வேகத்தை, வடிவமைக்கப்பட்ட வரம்பிற்குள் நிலைப்படுத்துகிறது. வெவ்வேறு சுழற்சிகளுக்குள் இருக்கக்கூடிய சுழல்வேகத்தின் ஏற்ற இறக்கங்களையும் ஆளிகை கட்டுப்படுத்துகின்றது. ஆனால் நிர்ணயிக்கப்பட்ட நடுவன் சுழல் வேகத்தின் (mean speed) மாறுபாடுகளைச் சமனியக்கச் சக்கரம் கட்டுப்படுத்தாது. பொறியின் சுமை மாறுபடாமல் இருந்தால், நடுவன் சுழல் வேகமும் சீராக இருக்கும். ஒரு வேளை சுமையால் நடுவன் சுழல் வேகம் மாறுபாட்டால், வெளியீட்டைக் (output) கூட்டியோ குறைத்தோ வேண்டும் வகையில் சரி செய்து கொள்ளலாம். இந்தச் சரி செய்யும் பணியினையே ஆளிகை மேற்கொள்கிறது.

ஆளிகை குறிப்பிட்ட வரம்பிற்குள்தான் திறம்பட இயங்கும்; ஆனால் சமனியக்கச்சக்கரம் எப்போதும் திசைவேகத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும் விதத்தில் செயல்படும். எனவே சுழல் வேகத்தினை ஒவ்வொரு சுழற்சியிலும் கட்டுப்படுத்தி வைக்கச் சமனியக்கச் சக்கரமும், வெவ்வேறான சுழற்சிகளில் ஏற்படும் மாறுதலை ஆளிகையும், கட்டுப்படுத்தி வைக்கின்றன எனக் கொள்ளலாம்.

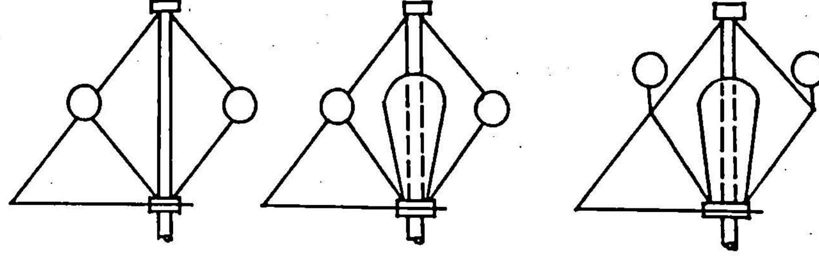
திறனைக் கட்டுப்படுத்துதல். ஆளிகைகள் நீராவிப் பொறியிலும் பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. நீராவிப் பொறியில், வெளிப்படும் திறன் மாறுபடும் போது, தகுந்தவாறு கட்டுப்படுத்த ஆளிகை இரு வழிகளில் செயல்படும். அவையாவன, குறுவழி அடைப்பிதழ் (throttle valve) முறை, (இம்முறையில் உட்செலுத்தப்படும் நீராவியின் அழுத்தநிலை வேறுபடுத்தப்படும்), தன்னியக்க (automatic) முறை என்பனவாகும். உட்கனற் பொறியில் ஆளிகையைப் பயன்படுத்திச் சுழல் வேகத்தினைக் கட்டுப்படுத்த இருவழி முறைகள் உள்ளன. அவையாவன, எரிபொருளின் அளவினைக் கட்டுப்படுத்துதல், எரிபொருளின் தரத்தை அல்லது விகிதத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல் என்பனவாகும.

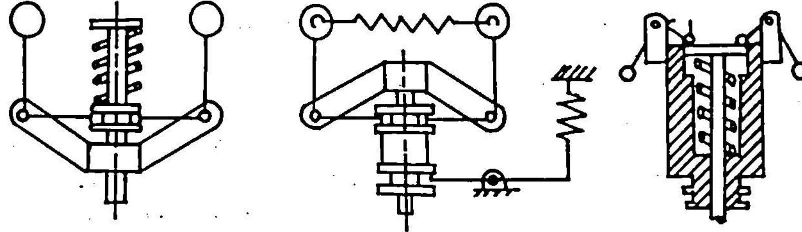
ஆளிகையின் வகைகள். பலவகை ஆளிகைகள் இருந்தாலும் அனைத்திற்கும் பொதுவான கோட்பாடு சுழல் வேகம் மாறுபடும்போது விலகிச் சுற்றும் எடைப்பந்துகளில் ஏற்படும் உறழ்வு விசையே (inertia force); இவ்வுறழ்வு விசைக்கு மூலகாரணம் மையவிலக்கு முடுக்கமே (centrifugal acceleration) ஆகும். எனவே ஆளிகைகள் பெரும்பாலும் உறழ்வு விசை வகை என்றும், மையவிலக்கு வகை என்றும், இரு வகைப்படும். மையவிலக்கு ஆளிகையில் ஊசல் வகை என்றும் விற்சுருள் கட்டுப்படுத்தி வகை (spring controller) என்றும் இரு பிரிவுகள் உள்ளன.

வீச்சுப்பந்து (fly ball) ஆளிகையில் ஈர்ப்பாற்றல் விசை (gravity force), விற்சுருள் விசை (spring force) என இரு வகைகள் உண்டு. ஈர்ப்பாற்றல் விசை வகை வாட் (watt), போர்ட்டர் (porter), ப்பொரோயல் (proell) எனவும், விற்சுருள் விசை வகை ஹார்ட்னல் (hartnel), ஹார்ட்டங் (hartung) எனவும் பலவகை அமைப்புகளாக உள்ளன.

ஈர்ப்பாற்றல் விசை வகையில் சுற்றும் சுழற்பந்துகளினால் உண்டாகும் மையவிலக்கு விசை, ஈர்ப்பாற்றலைச் சமப்படுத்துகிறது. அவ்வாறே, விற்சுருள் அமைப்பில் மையவிலக்குவிசை விற்சுருள் விசையால் சமன்படுத்தப் படுகிறது. மையவிலக்கு அமைப்பில் குறிப்பிட்ட அளவு சுழல் வேக மாறுதலை ஒட்டி இயக்கம் இருக்கும். ஆனால் ஈர்ப்பாற்றல் அமைப்பில் மாறும் சுழல்வேக விகிதம் ஆளிகையினை இயக்கத்தில் ஆழ்த்துகிறது. எனவே, ஈர்ப்பாற்றல் அமைப்பே மிகவும் துல்லியமானது. இருப்பினும் சுற்றும் சுழற்பந்துகளைச் சமன்படுத்துதல் சற்றுச் சிரமமாக இருப்பதால் இவ்வமைப்பு, தற்போது பயனில் இல்லை. வெவ்வேறு வகையான ஆளிகைகளின் கோட்பாட்டு அமைப்பு படம் 1இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆளிகையின் இயக்கம். ஆளிகையின் வடிவமைப்பு 1764ஆம் ஆண்டிலேயே வழக்கில் வந்துவிட்டது. முன்னர்க் குறிப்பிட்ட ஜேம்ஸ்வாட் ஆளிகையின் எளிய அமைப்பு, படம் 2இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. செங்குத்தான அச்சில் சுழலக்கூடிய தண்டு ஒன்று மையத்தில் உள்ளது. தண்டின் உச்சியில் இருபக்கமுமாக இணைப்புத் தண்டுகளால் சுழலக்கூடியஇரண்டு

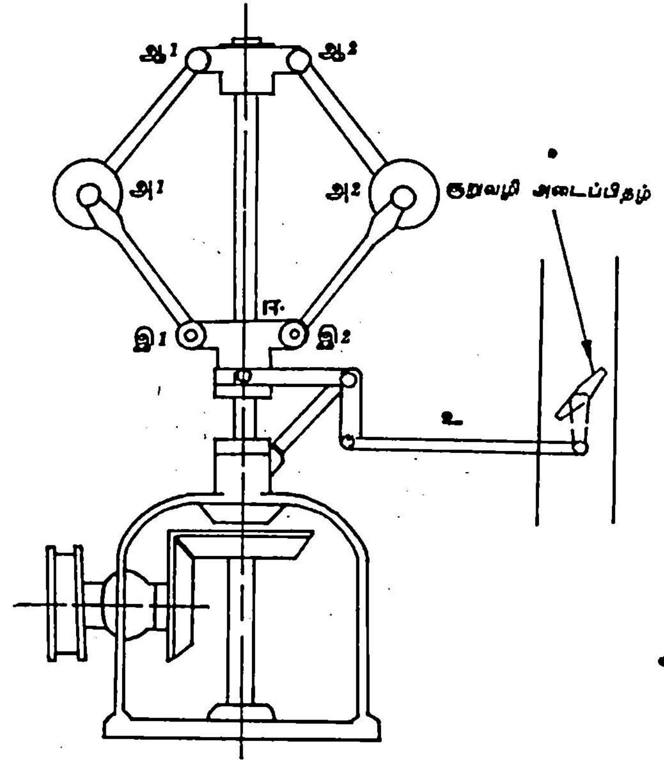




படம் 1. ஆளிகை வகைகள்

பந்துகள் (அ1, அ2 என்பன) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தண்டின் கீழ்ப்பகுதியில் மேலும் கீழும் நகரக்கூடிய உறை (ஈ) ஒன்று உள்ளது. இந்த உரையின் கீழ்ப் பகுதியான (radius) இ1, இ2 ஆகியவை இணைப்புத் தண்டுகளால் பந்துகள் அ1, அ2, உடன் இணைக் கப்பட்டுள்ளன. தண்டின் மேற்பகுதியில், நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள உறையின் விளம்புப் பகுதியில் ஆ1, ஆ2 என்ற இணைப்பு உள்ளது. சுழற்பந்து களும், இவ்விணைப்பும் தண்டு சுற்றும் வேகத்திற் கேற்றவாறு சுற்றும் ஆரத்தினைக் (radius) குறைத்தோகூட்டியோ, இயக்கத்தில் ஆழ்த்துகின்றன. இதனால் நழுவு உறை ஈ மேலும் கீழுமாக நகரும், மடக்கு இணைப்புத் தண்டு உ ஒன்றினால் குறுவழி அடைப்பிதழ் இயக்கம் படத்தில் காட்டியபடி நழுவு உறை ஈ உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. குறுவழி அடைப்பிதழ் செலுத்தப்படும் பாய்மத்தை (working fluid) அல்லது எரிபொருளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆளிகையின் முதன்மைத் தண்டு படத்தில் விவரித் துள்ளபடி பொறியின் முதன்மை உருளையிலிருந்து வார்ப்பட்டை (belt), பற்சக்கர (gear) அமைப்பினால் இயக்கத்தினைப் பெறுகிறது.

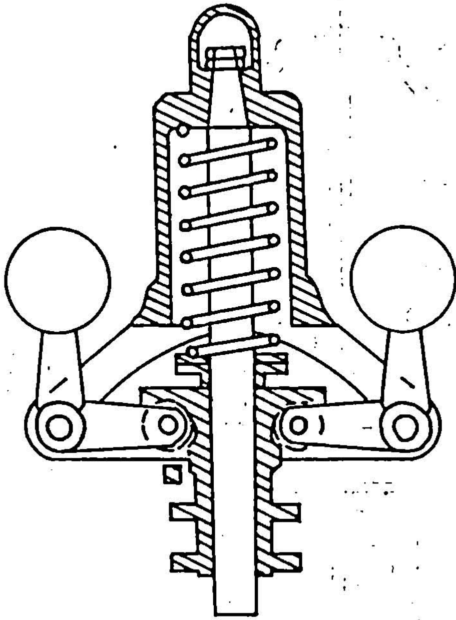
மைய விலக்குவிசையின ஆற்றல், ஒவ்வொரு பந்தின் எடை, இணைப்புத் தண்டுகளால் பந்துகளில் ஏற்படும் இழுப்பு (pull) ஆகியவை எடைப்பந்து களைக் குறிப்பிட்ட ஆரத்தில் சுற்றவைக்கின்றன. தண்டின் சுழல்திசை வேகம் அதிகரிக்கும்போது, மையவிலக்கு விசையினால், சுழற்பந்துகள் வெளி நோக்கி விரையும். இதனால் நழுவு உறை மேல் நோக்கி நகரும். பொறியின் வேலைப்பளு குறைந் தாலும் சுழல் வேகம் அதிகரித்து, சுழற்பந்துகளின் சுற்று ஆரம் அதிகமாகி, நழுவு உறை உயரும். நழுவு



படம் 2. வாட் ஆளிகை

உறையின் பெரும மேல் எழும்புதல் குறுவழி முற்றிலும் மூடியநிலையையும், பெருமக் கீழ்இறங்குதல் குறுவழி அடைப்பிதழ் முற்றிலும் திறந்திருப்பதையும் சார்ந்து இருக்கும். இங்ஙனம் ஏற்படும் பெரும நிலைகள், இவ்விரு பெரும நிலைகளுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு அல்லது நடுவு உறையின் பெரும இடப்பெயர்ச்சி இரு தடுப்புகளால் (stops) கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கும். வேறுபடும் ஒவ்வொரு சுற்று ஆரத்திற்கும், பொறியின் சுழல் வேகம் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, பொறியின் சுழல்வேக இயங்கிடைவெளி (operating range) இவ்விரு தடுப்புகளால் கட்டுப்படுத்தப்படக்கூடிய நடுவு உறையின் பெரும இடப்பெயர்ச்சியைப் பொறுத்து உள்ளது.

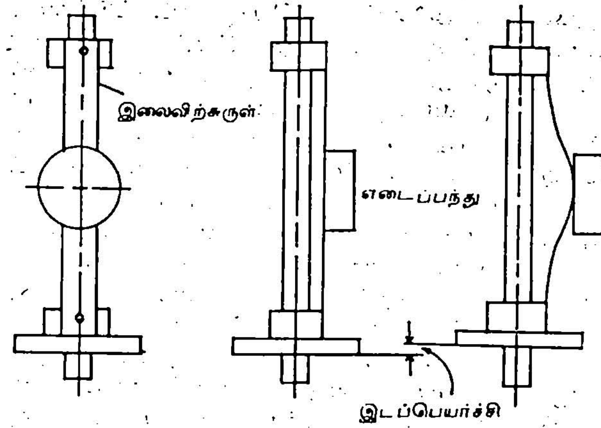
சுருள்விசையினால் இயங்கும் ஹார்ட்னல் (hartnell) ஆளிகையின் சுழற்பந்துகள் படம் 3இல் விவரித்துள்ளபடி இரண்டு இரட்டை நெம்புகோல்களினால் (bell crank lever) இணைக்கப்பட்டிருக்கும், பந்துகளின் விலக்கு வீச்சுகள் தண்டின்மேல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் சுருள்வில் விசையின் கட்டுப்பாட்டில் இருக்கும். சுருள்வில்லின் மேல்முனை நிலைப்படுத்தப்பட்டும், கீழ்முனையின் இடப்பெயர்ச்சி, நகரும் உறையுடன் பொருந்தி இருக்கும். எனவேதான் நடுவு உறையின் இடப்பெயர்ச்சி விற்சுருள் உறையின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது.



படம் 3. ஹார்ட்னல் ஆளிகை

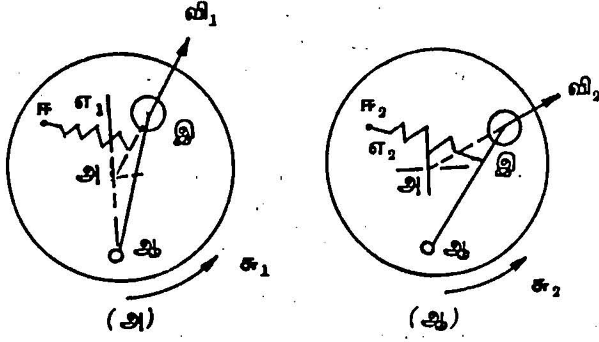
விற்சுருள் ஆளிகையில் குறிப்பிடத்தக்க சில நன்மைகள் உள்ளன. இவைகளை அதிக சுழல்வேகத்தில் இயக்கலாம். திறனாக வடிவமைக்கப்பட்ட விற்சுருள் அமைப்பிருந்தால், ஆளிகைகள் திறன் மிகுந்ததாகவும், துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்துமாறும் இருக்கும். ஈர்ப்பாற்றலைப் பொறுத்து இயக்கம் இல்லாததால் எவ்விதக் கோண அச்சிலும் பொருத்தப்படலாம்.

ஆளிகைகளின் அமைப்பு, வேறுபட்டு இருந்தாலும் அவற்றின் பொதுவான கோட்பாடு ஒன்றேதான் என்று முன்னரே கூறப்பட்டுள்ளது. கிராமபோன் என்னும் இசைத்தட்டுக் கருவியில் உள்ள ஆளிகை (pickering governor) படம் 4 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் சுழல் தண்டினைச் சுற்றி, சம இடைவெளியில் மூன்று இலைவிற்சுருள்கள் (leaf springs) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வில்லின் மையத்திலும் சிறு எடைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தண்டு சுழலும் போது விசைவில்கள் மடங்கி எடைகள் மேல் நோக்கி நகருகின்றன. வில்களின் மேல் முனை தண்டுடன் உள்ள மறையாணிகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கீழ்முனை நகரும் உறையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பிற ஆளிகைகளில் உள்ளது போலவே இவ்வமைப்பிலும் நடுவு உறையின் இடப்பெயர்ச்சியினை வரம்புபடுத்த இருதடுப்புகள் உள்ளன.



படம் 4. இசைத்தட்டு ஆளிகை

உறழ்வு விசை ஆளிகை (inertia force governor) முன்னர்க் குறிப்பிட்ட மையவிலக்கு ஆளிகையின் விசைப்பந்து அமைப்பு, சுழல்வேகம் மாறுபடும் போது, மையத்தினின்று நாற்றிசையும், அதாவது ஆரப்போக்கில் (radially) ஏற்படுகின்ற விசைகளால் எடை வில்லைகளின் நிலைகளில் மாறுதல் ஏற்படும். ஆனால் மற்றொரு வகையான உறழ்வு அமைப்பில், ஆரப்போக்கு விசைகளுடன் (radial force) தொடுகோட்டு விசைகளும் (tangential force) ஏற்பட்டு எடை வில்லைகளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படும். இம்மாற்றம் முடுக்கத்தின் ஏற்ற இறக்கத்திற்குத் தகுந்தவாறு இருக்கும். எனவே பொதுவாக இவ்



படம் 5. உறழ்வுவகை ஆளிகை

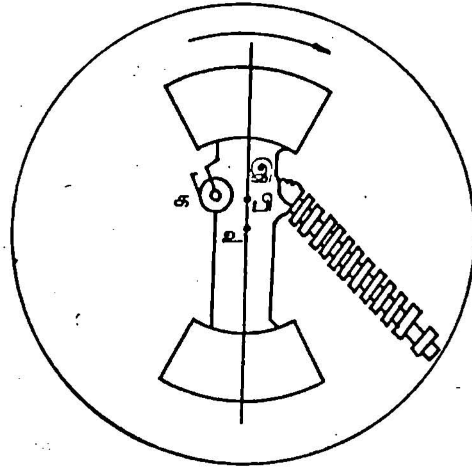
வகை ஆளிகை முடுக்கப்பட்டுச் சுழலும் எடைவில்லைகளில் ஏற்படும் உறழ்வு விசைகளையொட்டியே இருக்கும்.

இதன் கோட்பாடு படம் 5 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு சுழலும் தட்டில் மையம் அ என்னும் இடத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இத்தட்டில் ஆ என்ற இடத்தில் திருகு-இயக்கமையமிடப்பட்டுள்ள (pivoted) ஒரு நெம்புகோலில் இ என்ற எடை வில்லை அல்லது எடைப்பந்து பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வெடையின் ஈர்ப்புமையம் (centre of gravity) இ என்ற இடத்திலேயே இருப்பதாகக் கொள்வோம். படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஈ என்ற இடத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள இழுவிசை விற்சுருள் (tension spring) நெம்புகோலுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். ஈர்ப்பு மையம், சுழல்தட்டின் மையப் புள்ளி, நெம்புகோலின் இயக்குமையம் ஆகியவை ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கா.

ஆளிகை, சமச்சீரான சுழல் வேகம் $சு_1$ என்றவாறு சுழன்று கொண்டிருக்கையில் எடைவில்லை ஆரப்போக்கில் மையவிலக்கு விசை $வி_1$ மற்றும் விற்சுருளில் ஏற்படும் $ஏ_1$ என்ற விசை ஆகியவற்றின் திருப்புமை (moment) சம அளவாக இருக்கும். இச்சமச்சீர் சுழல்வேகம் மாறுபட்டு $வி_2$ என்று மாறுகையில் நெம்புகோல் படம் 5 ஆ வில் காட்டியுள்ளபடி நிலை மாறுபடும். மையவிலக்கு விசை $வி_2$ என்றும், நீட்டப்படும் விற்சுருள் விசை $எ_2$ என்றும் கொள்வோம். இவற்றின் திருப்புமைகள் இயக்குமையத்திலிருந்து கணக்கிடப்பட்டால் மீண்டும் சமஅளவாகும். படத்தில் உள்ளபடி நெம்புகோல் இருக்கையில் சுழல்தட்டு இடஞ்சுழியாகச் (anticlockwise) சுற்றுமாறு அமைப்பு உள்ளது. அப்போதுதான் சுழல்வேகம் அதிகரிக்கையில் சடத்துவவரிசை நெம்புகோலை வெளிநோக்கி நகர்த்தும். வடிவமைப்பில் எடைவில்லை வெளிநோக்கி நகருகையில் நெம்புகோல் முதன்மை உருளைக்கு எதிர் மறையாகச் சுற்றும்.

உறழ்வு விசை ஆளிகையில், முயற்சியும், திறனும் மையவிலக்கு ஆளிகைக்கு இருப்பதைவிட அதிக அளவு இருக்கும். மேலும் இதன் நுண்மையும் (sensitivity) அதிகமாகவே இருக்கும். சுழல்வேகம், மாறுபடும் போதுதான் மையவிலக்கு ஆளிகையில் இயக்கம் ஏற்படும்; ஆனால் உறழ்வு அமைப்பில் இயக்கம் சுழல்வேக மாறுபாட்டு வீதத்தைப் (rate) பொறுத்துள்ளது.

உறழ்வு ஆளிகைகளில் வெவ்வேறான வகைகள் இருந்தாலும் அவை மேற்குறிப்பிட்டபடியே இருக்கும். பரவலான நடைமுறையில் உள்ள ரிட்டில் ஆளிகை (rittle governor) படம் 6 இல் விவரிக்கப் பட்டுள்ளது. இதில் உருளையின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக வார்ப்பு இரும்பினால் ஆன பாளம் (block) ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இப்பாளம் க எனப்படும் ஊசி முறையில் இயக்கமையமிடப்பட்டு அச்சிலிருந்து விலகிப் பிறழ்மையத்தில் (eccentric) இருக்கும். பாளத்தின் ஈர்ப்பு மையம் பி என்ற இடத்தில் இருக்கும். இந்நிலையில் பொறியின் சுழல்வேகம் குறையும்போது பாளம் உள்நோக்கியும், சுழல்வேகம் அதிகரிக்கும் போது வெளிநோக்கியும் ஊசலாடும். அடைப்பிதழை இயக்கும் தண்டு, பெரும்பாலும் இயக்குமையத்தையும் உருளையின் மையத்தையும் உ என்ற இணைக்கும் கோட்டிற்கு இணையாக இருக்கும்.



படம் 6. ரிட்டில் ஆளிகை

ஆளிகையின் சிறப்பியல்புகள். ஆளிகை எல்லாவிதச் சுழல் வேகத்திலும் இயங்காது. இடைநிலைச் செயல்படு சுழல் வேகத்திற்கு மேற்பட்டும், கீழ்ப்பட்டும் சிறிதளவு வரம்பு எல்லைக்குட்பட்டுந்தான் இயங்க முடியும். சுழல்வேகம் மிகக் குறைவாக இருப்பின், மைய விலக்குவிசையும் குறைவாகவே இருக்கும்.

இந்நிலையில் சுழற்பந்துகளில் ஏற்படும் விசைகளை எதிர்க்கத் திறன் இல்லாது போகும். சுழல் வேகம் நடுவன் அளவினை அடையும்போது, நழுவு உறை செயல்படு திறனைப் பெற்று, இயக்கத்திற்குள்ளாகும் தன்மையை அடைகிறது. இந்நிலையில்தான் நழுவுஉறை ஆளிகையின் பயனுக்கு ஏதுவாகிறது. அதுபோலவே நழுவு உறை பெரும நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். அந்நிலையில் நழுவு உறையின் மொத்த இடப்பெயர்ச்சியும் ஏற்பட்டுவிட்டது. இந்நிலையில் சுழல்வேகம் அதிகரிக்கப்பட்டால் நிலைமைக்கேற்றவாறு பொறியின் திறனைக் குறைக்க இயலாது. ஆகவே ஆளிகை நடுவன் சுழல் வேகத்திற்கு மேம்பட்டும் கீழ்ப்பட்டும் குறிப்பிட்ட வரம்பிற்குள்ளாகவும்தான் திறம்பட இயக்க இயலும். எனவே, ஆளிகை திறம்பட இயங்க, நழுவு உறை கீழ்மட்டத்தில் இருக்கையில், கருவி அல்லது பொறி முழு அளவு திறனை வெளிப்படுத்தியும்; மேல்மட்டத்தில் இருக்கையில் எவ்விதத் திறமையையும் வெளிப்படுத்தாதவாறும் வடிவமைப்பு இருக்க வேண்டும். வடிவமைப்பின்போது, ஆளிகையின் தரம், செயல்படு திறம்பற்றி குறிப்பிடுவதற்கும், பிற வகை ஆளிகைகளுடன் ஒப்பிடுவதற்கும் சில குறிப்பீடுகள் அல்லது சிறப்பியல்புகள் பற்றிய விளக்கம் தேவைப்படுகின்றது. அவற்றில் முதன்மையானவற்றைக் காண்போம்.

நுண்மை அல்லது உணர்திறன் ஆளிகையின் வடிவமைப்பில் நழுவு உறையின் இடப்பெயர்ச்சி முடிந்த அளவில் அதிகமாக இருப்பதாக அமைப்பதே நலம். ஒரு ஆளிகை சிறந்த பதிவு நுட்பமாக இருப்பதை எப்படிக் கணிப்பது? பொருத்தப்பட்டுள்ள கருவியின் சுழல்வேகம் மாறுபட்ட உடனேயே, அதை ஆளிகை உணரும் திறம் பெற்றிருக்க வேண்டும், அதாவது நழுவு உறையின் குறிப்பிட்ட இடப்பெயர்ச்சிக்குச் சுழல் வேகத்தில் ஏற்பட்டுள்ள வேறுபாடு மிகக்குறைவாக இருக்கவேண்டும். ஆளிகையின் இரு வரம்பு நிலைகளைஒத்துச் சுழல்வேகம் பெருமச் சுழல்வேகம், சிறுமச் சுழல்வேகம் எனப்படும். ஆளிகையின் இவ்விரு வரம்பு நிலைகளிலும், நழுவு உறை வடிவமைப்பின்படி இரு வரம்புத் தடுப்புகள் (stops) கொண்டு நிலைப்படுத்தப்படும். மேற்கூறப்பட்ட வரம்பு நிலைகளுக்கான சுழல்வேகங்களுக்கு உள்ள வேறுபாடே சுழல்வேக இடைவெளியாகும். இவ்வகையான கருத்துகளைக் கொண்டு நிலைப்படுத்தப்படும் ஆளிகையின் பதிவுநுண்மை அல்லது உணர்திறன் என்பது நடுவன் சுழல்வேகத்திற்கும் வரம்புநிலை சுழல் வேகங்களுக்கிடையே உள்ளவேறுபாட்டிற்கும் உள்ள விகிதமேயாகும் எனக் கொள்ள வேண்டும்.

ஆனால் சுழற்சிகளிடையே ஏற்படும் சமனியக்கச் சக்கரத்தினால் ஆட்கொள்ளப்படக்கூடிய சிறு ஏற்ற இறக்கங்களுக்குக் கட்டுப்படுத்தும் வகையில் ஆளிகை நுண்மையதாக இருக்க வேண்டியதில்லை. அதாவது, சுழற்சிகளால் ஏற்படும் வேறுபாடுகளைச் சமனியக்கச் சக்கரமே கட்டுப்படுத்திவிட முடியும். அத்தகைய நிலைமைகளிலோ கருவிகளிலோ பொருத்தப்படும் ஆளிகை அதிக உணர்திறனுடன் இருக்க வேண்டியதில்லை.

ஒரே சீர் ஆளிகை-சரி சமகால ஆளிகை. அதிநுட்ப ஆளிகை, அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இரு தடுப்புகளுக்கிடையே எந்நிலையில் நழுவு உறை நிறுத்தப்பட்டாலும், குறிப்பிட்ட சுழல்வேகத்திலேயே சுற்றும் நுண்மை (sensitivity) இருந்தால் அதனை ஒரே சீர் ஆளிகை என்று கூறுவர். இவ்வகையான ஆளிகையில் சுழல் வேகத்தில் கடுகளவு மாறுதல் இருந்தால்கூட, அதிமிகு நுண்மையுடன் நழுவு உறை, வரம்பு நிலைகளுக்குத் தள்ளப்பட்டு விடும். ஆனால் இவ்வகையான ஆளிகைகள் சிறந்த பயனைத்தரா. சுழல்வேக மாறுதல் சரிசெய்யப்பட்டபின் நழுவு உறையும் ஆளிகையும் பழைய நிலையினை விரைவில் அடைவதே முக்கிய நோக்கமாகும். இதில் எவ்விதமான உராய்வு இருந்தாலும் சரிசம நீர்மைநிலை பாதிக்கப்படும்.

ஆளிகையில் முயற்சி. சுழல்வேகத்தில் ஏற்படும் விகித மாறுதலுக்கு ஏற்றவாறு நழுவு உறை நகர வேண்டும். அவ்வாறு நகருவதற்கு ஆளிகை தன் ஆற்றலை ஈடுபடுத்த முனையும் அல்லது ஏற்படுத்தும் விசையே முயற்சி எனப்படும். பொறியுடன் கூடி ஆளிகையில் சுழல்வேகமும் ஒரே அளவாக இருக்கையில், இம்முயற்சி சுழியாகத்தான் இருக்கும். நழுவு உறையின் மீது ஏற்படும் கூட்டு வினையாக்கம் (resultant) என்பதே முயற்சி எனவும் கொள்ளலாம். சுழல்வேகத்தில் மாறுதல் ஏற்படும் போதுதான் நழுவு உறையில் விசை ஏற்படும். அதன் வினையாக்கத்தினால் ஆளிகையில் முயற்சி ஏற்படுகின்றது.

ஆளிகையின் நிலைப்பு. வடிவமைப்புச் செய்கையில் சுழல்வேக வரம்பு எல்லைகளுக்கிடையே, ஒவ்வொரு சுழல்வேகத்திற்கும் குறிப்பிட்ட நிலையானதோர் இடப்பெயர்ச்சியினையே அடைவதற்கு ஆளிகையின் நிலைப்பு (stability) என்பது பெயர். முன்னர்க் குறிப்பிடப்பட்ட ஒரே சீர் ஆளிகை இதற்கு எதிர்மறையானது. அதாவது ஒரே சீர் ஆளிகையில் நழுவு உறை வரம்பிற்குள்ளாக ஒரே சுழல்வேகத்தில் எவ்வித நிலையிலும் இருக்கும். அப்படிப்பட்ட ஒரே சீர் ஆளிகைகள் மாறுபடா வேகத்தில் சுற்றும். நல்ல பயன்தரு இயக்கத்திலிருக்கும் ஆளிகைகள் திறமான நிலைப்புப் பெற்றிருக்க வேண்டும். அதாவது ஆளிகையின் பெரும வரம்பு எல்லைகளுக்குட்பட்டு, நடுவன் சுழல்வேக அளவிலிருந்து சுழல் வேகம் சிறிதளவேனும் வேறுபடக் கூடியதாக அமைவதே நலம். இதிலிருந்து நிலைப்பு நுண்மைக்கு (sensitivity) எதிர்மறையானது என்பது புலனாகும்.

ஆளிகையின் கட்டுப்படுத்து விசை. சுழன்று கொண்டிருக்கும் எடைப் பந்துகளில் ஆரப்போக்கில் உருவாகும் சமச்சீர்மை விசை கட்டுப்படுத்து விசை எனப்படும். இது ஒவ்வொரு பந்திலும் அதன் வெளி நோக்கிச் செல்லும் இயல்புக்கு எதிராகச் சுழல் அச்சுக்கு (axis of rotation) உள்நோக்கி ஏற்படும். இவ்விசை, பந்தின் எடையினைப் பொறுத்து அமையும்.

இங்ஙனம் பல்வேறு பயன்களைத் தரும் பொறிகள், கருவிகள் ஆகியவற்றைச் செவ்வனே இயக்கவும், சிறப்பியல்புகள் வரம்பு மீறிப்போகும்போது அவற்றை அடக்கி, கருவியின் செயல்திறத்தை ஒழுங்குப்படுத்தவும் ஆளிகை பயன்படுகிறது. ஆளிகை இயக்குபவரது கவனத்தை ஈர்க்கவும், பொறியினைக் கட்டுக்குள் கொண்டுவரவும் சிறப்புறப் பயன்படுகின்றது. செயல்படு பாய்மத்தைக் கட்டுப்படுத்தியளிக்கும் உட்செலுத்தியாகவும் இயங்குகின்றது. இதன் வியத்தகு தன்மைகள் வளர்ந்து வரும் அறிவியல் துறையிலே பலவாறாக மேம்படுத்தப்பட்டு, ஆளிகை துல்லியமான கருவியாக வடிவமைக்கப்பட்டு வருகின்றது.

கே. ஆர். கோவிந்தன்

நூலோதி

1. Mckay, R.F., Theory of Mechanics, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.
2. Bevan, T., Theory of Mechanics, Dover Publications, London, 1982.

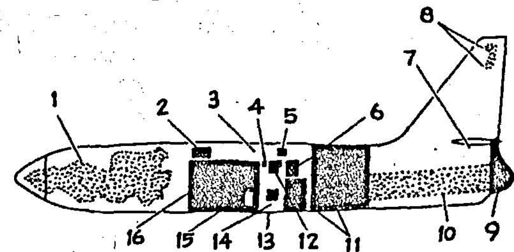
ஆளில்லா வானூர்தி

ஒரு கட்டளை நிலையத்திலிருந்து (command station) விமான ஓட்டி இல்லாமல் இயக்கப்படும் வானூர்தி ஆளில்லா வானூர்தி (drone) எனப்படும். இம்முறையில் வானூர்தியின் இயக்கம் முன்கணித்துத் திட்டமிடப்படவேண்டும். இரண்டாம் உலகப் போரின் பல்வேறு கட்டங்களில் வழிப்படுத்திய போர்த்தளவாடங்கள் உருவாகத் தொடங்கின. இத்தகைய அழிப்புப் பணிகளுக்கே ஆளில்லா வானூர்திகள் முதன்முதலில் வடிவமைக்கப்பட்டன. போருக்குப் பிறகு உருவாக்கப்பட்ட ஏவுகணை போர்த்தளவாடங்கள் வழிப்படுத்திய ஏவுகணைகள் (guided missiles) என அழைக்கப்பட்டன. இந்தச் சொல், பொதுமக்களைப் பொறுத்தவரையில் தொலைவிலிருந்துகட்டுப்படுத்தப்பட்ட அனைத்துவகை வானகப் (air born) போர்க்கருவிகளையும் குறிப்பிடும். இதில், தொடர்ந்து கட்டுப்படுத்தப்படும் ஆளில்லா வானூர்திகள் முதல், கண்டம் விட்டுக் கண்டம் தாவும் ஏவுகணைகள் வரை எல்லாமே உள்ளடங்கும். ஆளில்லா வானூர்தியின் இயக்கம் முன்னரே கணித்துத் திட்டமிடப்பட்டு இருந்தாலும் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் தொடர்ந்து அதனுடைய அழிப்புப்பணி முடியும் வரையிலோ செயல்படுத்த முனைந்த குறிப்பிட்ட நோக்கம் முடியும் வரையிலோ கட்டளை நிலையத்திலிருந்து அது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அழிப்புப் பணிக்குப் பயன்படுத்தப்படும் இத்தகைய அமைப்பு, ஏவுகணையெனச் சுருக்கமாகக் கூறப்படுகின்றது.

படிமலர்ச்சி. முதல் உலகப் போரிலேயே சில ஆளில்லா வானூர்தியின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் இ. ஸ்பெர்ரி (E. Sperry), சி. கெட்டரீன் (C. Kettering), ஏ. லோ (A. Low), ஜி. டி. ஹாவ்லண்டு (G. de Havilland), எச். போலண்ட் (H. Folland) ஆகியவர்களால் உருவாக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்பட்டன. 1920 இலும் 1930 இலும் வானூர்திகளைத் தொலைவில் இருந்து கட்டுப்படுத்தும் அமைப்புக்கள் வெற்றிகரமாக உருவாக்கப்பட்டன.

அமெரிக்காவில் 1935 வரை ஆளில்லா வானூர்தி தொடர்பான வளர்ச்சி ஏதும் ஏற்படவில்லை. ஆனால் இந்தக் காலக்கட்டத்தில் பொழுதுபோக்கு வானூர்தி மாதிரிகள் வடிவமைக்கப்பட்டமையால் கதிர்வீச்சு முறையில் (radio method) வானூர்தியை வழிப்படுத்தும் நடைமுறைக் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டன.

பிரிட்டன் பெருநாட்டில் 1927 முதல் 1930வரை இராயல் வான் இயக்க நிறுவனம் பல வளர்ச்சிகளைத் திட்டமிட்டு உருவாக்கியது. இவற்றில் கதிர்வீச்சு முறைக் கட்டுப்பாடும், கொட்பு அளவுமுறை இயக்க நிலைப்புத் திறமும் சிறப்புக் கூறுபாடுகளாக அமைந்திருந்தன. இவ் விமானங்கள் யாவும் நீர்த்தளத்தின் மேலேயே இறங்கின.



படம் 1. ஆளில்லா வானூர்தியின் உள்ளுறுப்புக்களைக் காட்டும் வடிவமைப்பு

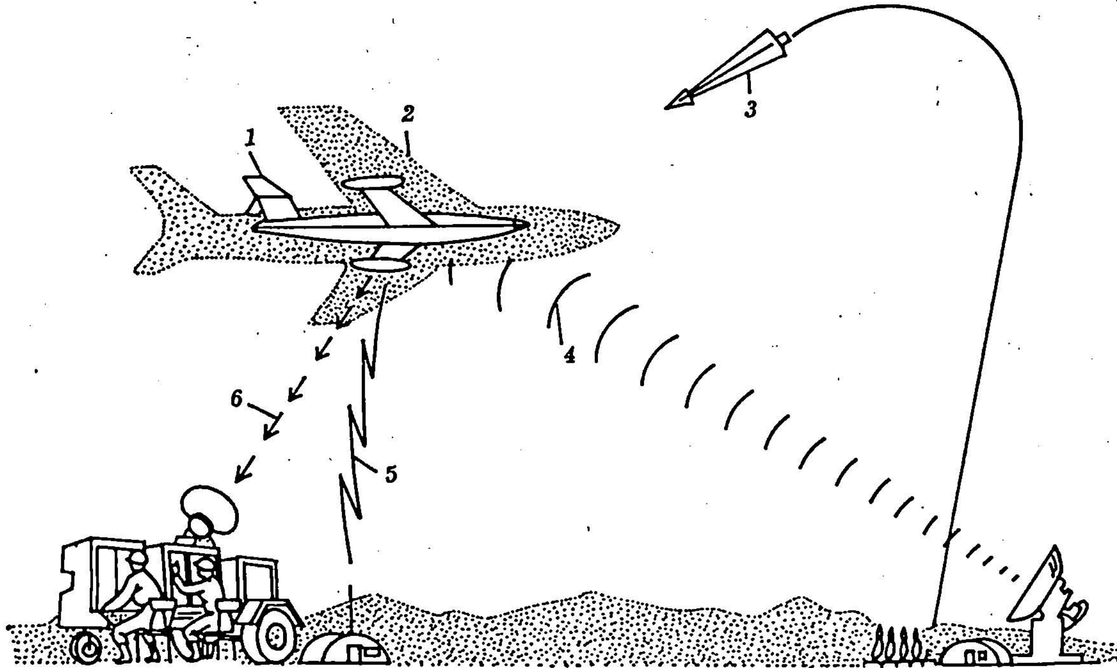
1. திறன் தொகுதி 2. தலைமை மின்கல அடுக்கு 3. வாலிறகுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு 4. கொட்பு அளப்புத் தொகுதி 5. மின்இணைப்புப் பெட்டி 6. அலைவாங்கி-முறை பிரிப்பி 7. உயர்த்தியின் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு 8. உணர் சட்டம் 9. வால்கூம்பு 10. மீட்பு வான்குடை 11. வெறுமையான இடம் 12. சந்திப்பெட்டி 13. தடம் வழிப்படுத்தும் உணர் சட்டம் 14. வாகை அலை செலுத்தி (தடம் வழிப்படுத்தும்) 15. எரிபொருள் நிரப்பு 16. எரிபொருள் தொட்டி.

1940 இல் ரேடியோ பிளேன் எனப்படும் கதிர் வீச்சு வானூர்தி உருவாக்கப்பட்டது. இது போர்ப் பணிகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால் இரண்டாம் உலகப் போரில் இத்தகைய ஆளில்லா வானூர்திகள் ஆயிரக்கணக்கில் உருவாக்கப்பட்டன.

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு உயர் செயல்திறனுடைய மிகை ஒலிவேக ஆளில்லா வானூர்திகளும்(drones) திருகு ஊர்திகளும் (helicoptor drones) பறக்கும் வான் மேடைகளும் (thethard platforms) உருவாக்கப்பட்டன.

இயக்கக்கோட்பாடு. ஆளில்லா வானூர்திகளை வழிப்படுத்துவதில் பொதுவாக இரண்டு இயக்கக் கோட்பாடுகள் (principles of operation) பயன்படுகின்றன. அவை, தொலைவில் இருந்து வழிப்படுத்தும் முறை, ரேடாரால் வழிப்படுத்தும் முறை என்பன வாகும். வழிப்படுத்தும் அமைப்பில் ஊர்தியின் உயரம், இயங்கும் பாதை ஆகியவற்றைக் கட்டுப் படுத்தும் உறுப்புக்கள்இருக்கும். எளிய பணிகளுக்குப் பயன்படும் ஆளில்லா வானூர்திகளில் ஓர் அலை வாங்கியும் (receiver) ஓர் அலைமாற்றியும் (convertor) இருக்கும். இவை கட்டுப்பாட்டுக்குப் பயன்படும் பணிப்புக் கருவிகளை (servos) இயக்குகின்றன. (படம் *1*). தொலைவு (pitch), உருள்வு (roll), கவிழ்வு (yaw), உயரம் (altitude) ஆகியவற்றைக் கட்டுப் படுத்தும் கொட்பு அளவுக்கருவிகள் இருக்கும். கட்டளை அலைகள் உணரிகளை (sensors) இயக்கி, இயங்குபாதையின் ஆயங்களை உருவாக்கும். இயங் கும்போது கிடைக்கும் காட்சி வரை படத்தின் மூலம், ஆளில்லா வானூர்தியின் பயணப்பாதையில் வானுச் சியையும் (azimuth) தரையிலிருந்துள்ள உயரத்தையும் திட்டமிட்டபடி நிலை நிறுத்தலாம். இதற்கு ரேடார் தடங்காணும் முறை பயன்படுகிறது. காண்க, வழிப் படுத்தும் அமைப்புகள்; கலம் செலுத்தும் முறை.

ஆளில்லா வானூர்திகளில் பல்வேறு கலம் செலுத்தும் அமைப்புக்கள் பயன்படுகின்றன. காட் டாக, அழுந்துருள் பொறிகள் (piston engines), சுழல் கலம் செலுத்திகள் (turbo props), சுழல்தாரைப் பொறிகள் (turbojets), மோதுதாரைப் பொறிகள் (ramjets), சுழல் மோது தாரைப்பொறிகள் (turbo-ramjets), துடிப்புத்தாரைப் பொறிகள் (pulse jets), திண்ம நிலை ஏவூர்திகள் (solid rockets), நீர்ம



படம் 2. ஏவுகணைக்கு ஓர் இலக்காகப் பயன்படும் ஆளில்லா வானூர்தியின் செயல்பாடு

1. வானொலி கட்டுப்படுத்தும் வான் உணர் இலக்கு 2. ஒப்புருவாக்கம் செய்த தாக்கும் போர் விமானத்தின் ரேடார்த் திரைத் தோற்றம் 3. பாதுகாப்புப் போர்த் தளவாடம் 4. பாதுகாப்பு ஒற்றறிமுறையும் தடங்காண் அமைப்பும் 5. ஆளில்லா வானூர்திக் கட்டளைக் கட்டுப்பாட்டு அலை 6. ஆளில்லாவானூர்தித் தடம் காண் அலை.

ஏவூர்திகள் (liquid rockets) ஆகியபொறிகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. குறைந்த செயல்திறன் தேவைப் படும்போது சிறிய ஊடாட்டப் பொறிகள் (reciproca tingengines) பயன்படுகின்றன. இடைநிலைப்பட்ட செயல் திறன் தேவைப்படும் போது சுழல்கலம் செலுத்தி, துடுப்புத்தாரைப் பொறி, திண்ம ஏவூர்தி, நீர்மஏவூர்தி ஆகியவை பயன்படுகின்றன. உயர்செயல் திறன் தேவைப்படும்பொழுது அதிதிறன் வாய்ந்த சுழல் தாரைப் பொறிகளும் ஏவூர்திகளும் பயன்படு கின்றன. காண்க, வானூர்திப் பொறி.

பயன்பாடுகள். நிலையிறகும்; திருகிறகும் உடைய ஆளில்லா வானூர்திகள், வானூர்தி எதிர்நடவடிக் கைப் போர்முறைகளிலும் ஏவுகணை வடிவமைப் புக்களிலும் பரவலாக ஏற்கப்பட்டுவிட்டன (படம் 2). பழைய படைக்கல வானூர்திகள் ஆளில்லா வானூர் திகளாக மாற்றப் பட்டு, மேகக் கூறாய்வுக்கும் (cloud sampling) அணுகுண்டு சோதனைகளில் வெடிப்பு விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதற்கும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. உய்ய நிலைமைகளில் (critical conditions) சுமைகளை ஏற்றிச் செல்லவும் இவை பயன்படுகின்றன. திருகிறகு ஆளில்லா வானூர்திகள் நீர்மூழ்கிகளைத் தாக்கும் எதிர் நடவடிக்கைப்போர் களில் ஆயுதங்களைச் சுமந்து செல்லவும் கப்பல்களின் இருப்பிடம் அறியவும் பயன் படுகின்றன.

உலோ. செ.

நூலோதி

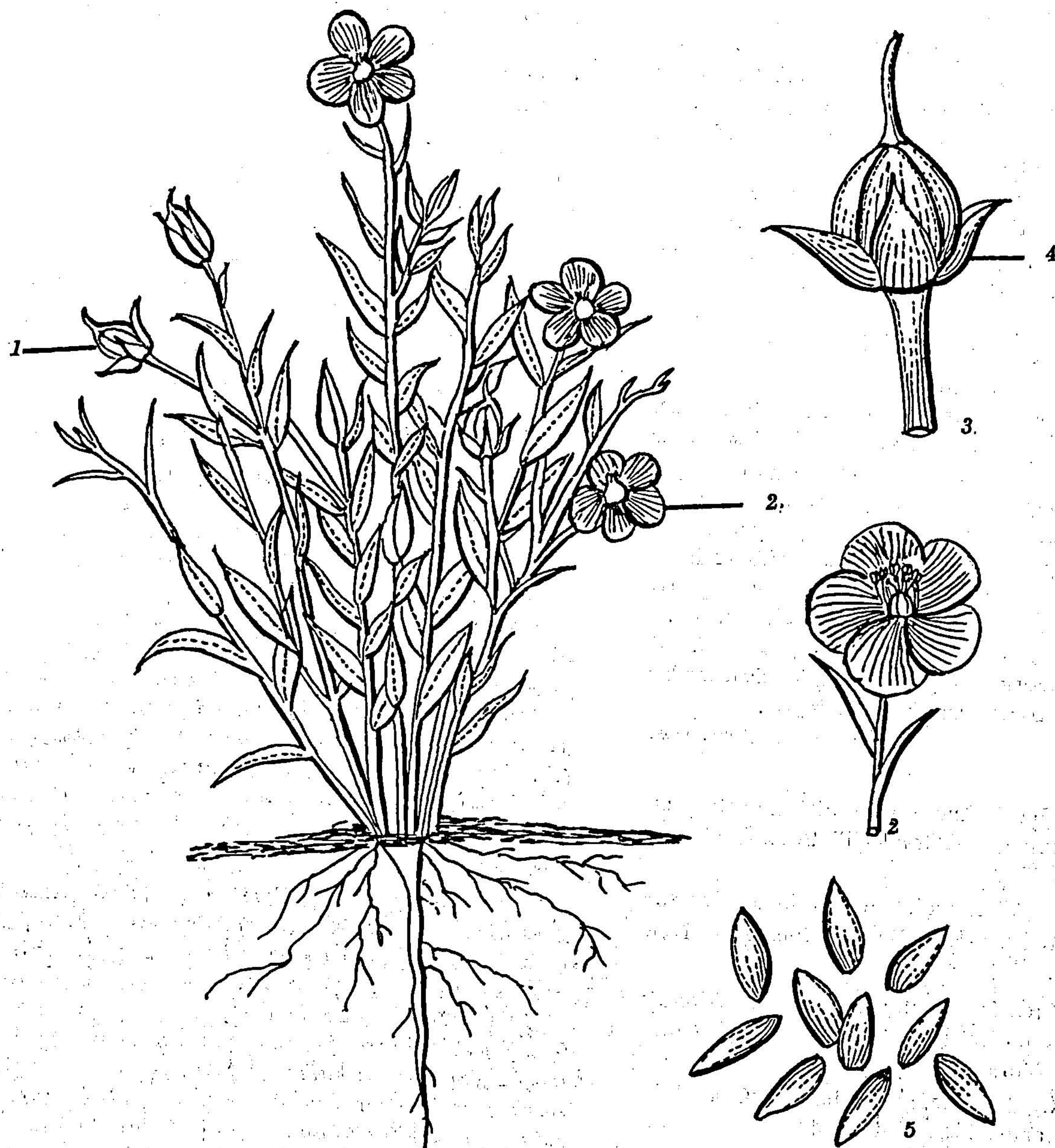
1. Cruenberg, E., Hand Book of Telemetry and Remote Control, McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.
2. Merril. G., Handbook of Guided Missile Design, McGraw-Hill Book Company, New York, 1955.
3. Taylor, J.W.R., Janes All the World ' s Aircraft Revised Periodically, McGraw-Hill Book Company, New York.
4. Weyl A.R., Guided Missiles, McGraw-Hill Book Company, New York 1949.

ஆளி விதை

எண்ணெய் வித்துப் பயிர்களில் ஆளிவிதைப் பயி ரும் ஒன்றாகும். ஆப்கானிஸ்த்தான் உஸ்பெகிஸ்த் தான் ஆகிய நாடுகளில் முதன் முதலாகத் தோன்றி இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. மத்திய ஆசிய நாடுகளிலிருந்து இப்பயிர் இந்தியாவிற்குப் பரவி இருக்கக்கூடும். ஆளிவிதை (*Linum usitatissimum* Linn., flax linseed) செடியிலிருந்து சேகரிக்கப்படு கிறது. இது அல்லி இணையா (polypetalous) இரு விதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றாகிய லைனே சியைச் (Linaceae) சார்ந்தது. **லைனம்** (*Linum*) பேரி னத்தில் நான்கு சிற்றினங்கள் (*L. usitatissimum; L. mysorense; L. perenne L. strictum*) இந்தியாவி லுள்ளன.

சிறப்புப்பண்புகள். ஆளிவிதைச் செடி நிமிர்ந்து வளரக் கூடிய ஒரு பருவச் சிறிய செடியாகும். இது 60 முதல் 120 செ.மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடியது. பூக்கள் சிறியவை; நீலம், நீலம் கலந்த ஊதா அல் லது வெண்மை நிறத்துடன் கூட்டுக்கிளை வகை (panicle) மஞ்சரி இதில் அமைந்திருக்கும். புல்லி இதழ்கள் 5; அல்லி இதழ்கள் 5; திருகுமுறையில் அமைந்தவை. மகரந்தத் தாள்கள் 5; அடியில் மட்டும் இணைந்து 5 நுண்ணிய மலட்டு மகரந்தத் தாள்க ளுடன் மாற்றமைவுடன் அமைந்திருக்கும். மகரந்தத் தாள்களுக்கு வெளிப்புறம் 5 சிறிய சுரப்பிகளுண்டு கனிகள் வெடிக்கனி வகையைச் சார்ந்தவை; ஐந்த றைகளைக் கொண்டவை; ஒவ்வோர் அறையிலும் இருவிதைகளுண்டு; விதைகள் மஞ்சள் அல்லது கருமை நிறம் கலந்த பழுப்பு நிறமுடையவை, சிறி யவை, தட்டையானவை, முட்டை வடிவமானவை, பளபளப்பான விதையுறையுடன் கூடியவை. ஆயிரம் விதைகளின் எடை ஏறக்குறைய 64 கிராம் இருக்கும். நாருக்காகப் பயிராக்கப்படும் ஆளிவிதைச் செடி பெரும்பாலும் ஒல்லியானதும், சற்று உயரமாக வள ரக்கூடியதும், கிளைத்தலற்றதும், அடிக்கிளைத்தல் (tillering) அற்றதுமாகும். ஆனால் எண்ணெய்க் காகப் பயிராக்கப்படும் ஆளிவிதைச் செடி குட்டை யானதும், கிளைத்தலுடையதும், அடிக்கிளைத்தல் பெற்றுள்ளதுமாகும்.

பயிரிடும் முறை. இந்தியாவில் சுமார் 45 லட்சம் ஏக்கரில் பயிரிடப்படுகிறது. முக்கியமாக வட இந்தி யாவில் உள்ள மத்தியப் பிரதேசம், உத்தரப்பிரதே சம், மகாராட்டிரம் ஆகிய மாநிலங்களில் மிக அதிக அளவில் பயிரிடப்படுகிறது. இந்தியாவில் மொத்த விளைச்சல் சுமார் 4½ லட்சம் டன் ஆகும். மத்தியதரைக்கடலோரப் பகுதிகள், ஆசியா மைனர், எகிப்து, அல்ஜீரியா, டூனிஸ், ஸ்பெயின், இத்தாலி, கிரீசு முதலிய நாடுகளில் நார் கொடுக்கக்கூடிய ஆளிவிதை வகையும், தென்மேற்கு ஆசியா, துருக்கி ஸ்த்தான், ஆஃப்கானிஸ்த்தான், இந்தியாஆகிய நாடு களில் எண்ணெய் கொடுக்கக்கூடிய வகையும் பயிராக் கப்படுகின்றன. இந்தப் பயிரைக் குளிர்காலத்தில் அதாவது கார்த்திகை மாதத்தில் விதைக்கலாம். இது பலவகையானமண் வகைகளில் பயிரிடப்படுகிறது, ஆழமான கரிசல் மண்ணில் கொண்டைக்கடலையுட னும், கோதுமையுடனும் கலப்புப் பயிராகச் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. நெல் அறுவடைக்குப்பின் வயல் களிலும்சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. ஓர்ஏக்கர் பயிரிட ஏறக்குறைய 7முதல் 8கி.கி. விதை தேவைப்படுகிறது. செடிகளுக்கு இருபுறமும் ஏறக்குறைய 25 செ.மீ.



ஆளி விதை

1. முழுச்செடி 2. பூக்கள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 3. கனிகள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 4. நிலைத்த புல்லி வட்டம் 5. விதைகள

இடைவெளி இருத்தல் நல்லது. தொழு உரம், அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டு, சூப்பர் பாஸ்ஃபேட்டு, பொட்டாசு உரங்கள் இடுவதால் விளைச்சல் பெருகுகின்றது.

நாற்றுப் பருவத்தில் ஒரு முறையும், மலரும் பருவத்திற்கு முன்பு ஒரு முறையும் நீர்ப்பாய்ச்சுதல் சில இடங்களில் கையாளப்படுகின்றது. களைகளை அகற்றுவது மிக முக்கியம். அறுவடை செய்வதை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று செடிகளைவேரோடு அகற்றுவது. மற்றொன்று நிலத்தை ஒட்டிச் செடிகளை அறுத்து எடுப்பது. செடிகளில் அடித்தண்டு மஞ்சளாக மாறியதும் அறுவடை செய்வது நலம். மாடுகளின் கால் மிதியினால் விதைகளை அகற்றலாம் அல்லது கம்பினால் அடித்தும், உருளைக் கற்களைச்

செடிகளின் மேலே உருட்டுவதின் மூலமும் விதைகளைப் பிரிக்கலாம். பின்பு காற்றில் தூற்றி விதைகளை எடுக்க வேண்டும். ஓர் ஏக்கர் நிலத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 150 முதல் 200 கி.கி. விதைகள் கிடைக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இது நோய் தணிக்கும் மருந்தாகவும் (demulcent), கபம் போக்கியாகவும் (expectorant), வீக்கம், கட்டி ஆகியவற்றை இளக்கும் மருந்தாகவும் (emollient) பயன்படுகின்றது. விதைகள் பேதி மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. பற்றுப் போடுவதற்கும் (poultice), சிறுநீர்ப்போக்கிற்கும் (diuretic), சிற்றின்ப நுகர்ச்சியைத் தூண்டுவதற்கும் (aphrodisiac) பயன்படுகின்றது. பூவின் சாறு இதயம், சுவாசம் சம்பந்தமான நோய்களுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. ஆளிவிதை எண்ணெய், நெய்வனம் (varnish), குழைவனம் (paint) செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. இது விரைவில் உலரக்கூடிய ஒரு முக்கியமான எண்ணெயாகும். இந்த எண்ணெய் லினோலியம் (linoleum), எண்ணெய்த்துணி (oil-cloth) அச்சுக்கான சாயங்கள் (lithographic inks), மென் சவர்க்காரம் (soft soap), ரப்பர் ஆகியவை தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. ஆளிவிதை எண்ணெய், கால்சியம், ஹைட்ராக்சைடுக் கரைசலுடன் (calcium hydroxide) கலந்து தீப்புண்ணை ஆற்றுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது போன்று கந்தகம் (sulphur) கலந்த எண்ணெய் சொறி சிரங்குகளையும், தோல் நோய்களையும் போக்குவதற்குப் பழங்காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதன் நார் உயர்ந்த வகைக் காகிதக்கூழ் செய்வதற்கு ஏற்றதாகும். ஆளிவிதைப் பிண்ணாக்கில் புரதச்சத்து நிறைந்திருப்பதனால் மாட்டுத் தீவனமாகப் பஞ்சாப் மாநிலத்திலும், மேற்குத் திபெத்திலும் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இது உரமாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அபிசீனியா நாட்டில் விதைகளை வறுத்து உண்கின்றார்கள். தளிர்கள் சமைத்துச் சாப்பிடப்படுகின்றன. இதன் நாரைப் பருத்திநூலுடன் கலந்து மிக வலுவான கலப்புநார் உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த நார் படுக்கைவிரிப்பு, திரை, போர்வைகள்போன்ற பலவகையான ஆடைத்துணிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது.

வி. எஸ். ராமன்

நூலோதி

1. Gamble, J. S., Fl. Pres. Madras, Adlard & Son, Ltd., London, 1912.
2. George, P. S., The Oilseeds Economy of India, The Macmillan Co., New York, 1978.
3. Richharia, R. H., Linseed (Monograph), Indian Central Oilseeds Committee, Publication, Hydrabad, 1962.
4. The Wealth of India, Vol. VI, CSIR Publication New Delhi, 1984.

ஆளிவிதை (சித்தமருத்துவம்)

ஒரு பங்கு பொடி செய்த விதையை, எட்டுப் பங்கு நீரில் ஊற வைத்தாவது, கொதிக்க வைத்தாவது பின்னர் சுமார் 15 மி. லிட்டர் முதல் 30 மி.லிட்டர் வரை அடிக்கடிக் கொடுத்து வர, விக்கல் நீங்கும்.

விதைச் சூரணத்துடன் சர்க்கரையும், நெய்யும் சேர்த்து உட்கொண்டு வர இளைத்த உடல் தேறும். மந்தம், மந்தபேதி, சீதபேதி இவை குணமாகும். விதையைப் பாலில் இட்டுக் காய்ச்சிக் கொடுக்கப் பால் சுரக்கும். ஆனால் இளங்கருவைக் கரைத்துவிடும். ஆளிவிதை 35 கிராம் எடுத்து 140 மி.லிட்டர் நீரில் ஓர் இரவு ஊறவைத்துக் காலையில் எடுத்து, மெல்லிய துணியில் கொட்டிப் பிழிந்து 35 கிராம் வெள்ளைச் சர்க்கரை போட்டுக் கலக்கிச் சாப்பிட ஒக்காளம், அருசி, வாந்தி, வீக்கம், அழலை ஆகியவை தீரும்.

விதையை நீர்விட்டு அரைத்து, இரத்தக் கெடுதியால் வந்த தோல் நோய்களுக்கு மேற்பூச்சாகப் பயன்படுத்தலாம். ஆளிவிதையைத் தாய்ப்பால் விட்டு அரைத்து வெண்ணெயில் மத்தித்துத் தடவ வீக்கம் வற்றிப் போகும். ஆளி விதையை அரைத்துச் சூட்டில் வைத்துக் கிளறிக்கட்டக் கட்டிகள் பழுத்து உடையும். வாதவலிக்கும் உள்தாபிதங்களுக்கும் விதையைப் பழரசம் விட்டரைத்துச் துணியில் தடவிப் போடலாம்.

சே. பிரேமா

ஆற்றல்

வெப்பம், ஒலி, ஒளி, மின்சாரம் காந்தம் அனைத்தும் ஆற்றலின் பல்வேறு வடிவங்களே. வாழ்க்கையின் ஒவ்வொரு செயலிலும் ஏதாவதொரு வகை ஆற்றலைப் பயன்படுத்துகிறோம். நம்நாடு எந்த அளவுக்குப் பொருளாதார முன்னேற்றம் அடைந்திருக்கிறது, எந்த அளவுக்கு நாம் நாகரிகத்தில் முன்னேறி இருக்கிறோம் என்பன பெருமளவு நம்மில் தனியொருவர் பயன்படுத்தும் ஆற்றலின் அளவைச் சார்ந்திருக்கிறது என்றால் அது மிகையாகாது.

ஆற்றல் தரும் பொருள்கள். பெரும் பகுதி ஆற்றல் நமக்குச் சூரியனிலிருந்துதான் கிடைக்கிறது. ஒளிச் சேர்க்கையால் தாவரங்கள் திரட்டிய ஆற்றல் விறகை எரிக்கும்போது வெப்பமாய்க் கிடைக்கிறது. நிலத்துக் கடியிலிருந்து நிலக்கரி, இயற்கை வளிமம் (natural gas), மண்ணெண்ணெய் (kerosene) முதலியவை

கிடைக்கின்றன. இவையும் சூரிய வெப்பத்தின் ஆற்றலைத்தான் தம்மிடம் சேமித்து வைத்திருக்கின்றன. நிலத்தடி வெப்பம், கடலலை ஆற்றல், காற்றாற்றல், நீர் வீழ்ச்சியின் நிலையாற்றல் ஆகியவையும் சூரிய ஆற்றலின் பகுதியே ஆகும். அணுவில் அளப்பரிய ஆற்றல் உறைந்திருக்கின்றது என்பது, அணுவைப் பிளப்பிற்கும், பிணைப்பிற்கும் உட்படுத்தியபோது தெரிய வந்தது. சூரியனுக்கு அடுத்து, இன்றைக்கு அணுவும் ஆற்றல் தரும் மூலமாகக் கருதப்படுகிறது.

ஆற்றலின் பயன்கள். பொதுவாக மின்சாதனங்களை நாம் அதிகம் பயன்படுத்துவதால் மின் ஆற்றல் மற்ற வகை ஆற்றல்களைவிட அதிகப் பயனுள்ளதாக உள்ளது. கிடைக்கும் இடத்திலிருந்து நெடுந்தொலைவு கம்பி மூலம் கொண்டு செல்லக் கூடியது. ஒளி விளக்குகள், கோடையில் வெப்பந் தணிக்கும் மின் விசிறி, காற்றுப் பதனி (air-conditioner), குளிர் பதனாக்கி (refrigerator), தொலைக் காட்சி, வானொலி, தொலை பேசி, நாடாப் பதிவை (tape recorder), தண்ணீர் இறைக்கும் எந்திரம் (water-pump), கப்பலில் பளு தூக்கும் ஓந்தி (crane), மாவரைக்கும் எந்திரம், மின் சலவைப் பெட்டி, மின் அடுப்பு இவை யாவும் மின்சாரம் நமக்குத் தந்த பயன்கருவிகள். மருத்துவத்துறையிலும் பலவகையான மின்சாரக் கருவிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். எக்ஸ்கதிர், மின்நெஞ்சலை வரைவி முதலியவற்றைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லலாம். மின்சாரம் இல்லையேல் வாழ்க்கையே இல்லை என்ற அளவிற்கு அது நம் முன்னேற்றத்தில் பங்கேற்றுள்ளது.

வெப்ப ஆற்றலினால், பயனுள்ள மின்சாரத்தைப் பெறமுடியும். வெப்பமின் உலைகள், அணுமின் உலைகள் இதற்காகவே அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வெப்பம் உணவுப் பொருள்களைச் சமைத்துண்ணப் பயன்படுகின்றது. போக்குவரத்திற்குப் பயன்படும் ஊர்திகளின் எந்திரங்கள் வெப்ப ஆற்றலைக் கொண்டே இயங்குகின்றன.

பொதுவாக ஒரு வேலையைச் செய்ய ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது. ஆற்றலின் அளவை வரையறுக்க, ஒரு நொடியில் செய்யப்படும் வேலையின் அளவை ஆற்றல் எனக் குறிப்பிடுகின்றார்கள். ஆற்றல் அலகு ஜூல் (joule) ஆகும். 1 ஜூல் என்பது, 1 நியூட்டன் விசையுடன் செயல்படும் புள்ளி ஒரு மீட்டர் தொலைவு நகர்த்தப்படத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் மதிப்பாகும்.

ஆற்றலில் பல வகைகள் உள்ளன. அவை இயக்க ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றல், ஒலி ஆற்றல், ஒளி ஆற்றல், மின்னாற்றல், பொருள் ஆற்றல் என்பனவாகும். இயக்க ஆற்றல், நிலை ஆற்றல் (potential energy), இயங்கு ஆற்றல் (kinetic energy) என இரு வகைப்படும். நிலையாற்றல் என்பது ஒரு பொருள் தன் நிலையின் காரணமாகப் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலாகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பொருளை உயர எடுத்துச் சென்றால், அதன் நிலையாற்றல் அதன் உயரத்திற்கேற்ப மாறுபடுகின்றது. இயங்கு ஆற்றல் என்பது, பொருளின் இயக்கம் காரணமாகப் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலாகும். m என்பது பொருளின் பொருண்மை எனவும், v என்பது இதன் இயக்க வேகம் எனவும் கொண்டால், அதன் இயங்கு ஆற்றல் $\frac{1}{2}mv^2$ ஆகும்.

வெப்ப ஆற்றல். வெப்ப ஆற்றலுக்குக் காரணம் பொருள்களில் உள்ள மூலக் கூறுகளின் இயக்கம்தான். ஒரு பொருளின் வெப்ப ஆற்றல் அதன் வெப்பநிலையோடு தொடர்புடையது. அதிக வெப்ப நிலையில் உள்ள பொருள் அதிக வெப்ப ஆற்றலைத் தரக் கூடியது. நாம் தொடர்ந்து வேலை செய்ய நமக்கு ஆற்றல் தேவை. இவ்வாற்றலை உணவுப் பொருள்களை உட்கொள்வதின் மூலம் பெறுகின்றோம். உணவுப் பொருள்கள் செரிக்கும்போது கிடைக்கும் வெப்பமே நமக்கு வேலை செய்யத் தெம்பூட்டுகின்றது.

ஒலியாற்றல். ஒரு பொருள் அதிர்வுறும்போது ஒலி அலை ஏற்பட்டு அது காற்றில் பரவிச் செல்கின்றது. தன் ஆற்றலுக்கு ஏற்ப அலை ஊடகத்தை ஊடுருவிச் செல்கின்றது. அதனால்தான் நாம் ஒலியைக் கேட்டு உணர முடிகின்றது.

ஒளியாற்றல். ஒளியாற்றல் என்பது மின் காந்த அலைகளின் ஆற்றலாகும். ஒளியும் ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது என்பதை ஒளி மின் விளைவுகளினால் அறியலாம். γ என்பது அதிர்வெண் ஆனால் ஒளியின் ஆற்றலை $h\gamma$ என்று குறிப்பிடலாம். h என்பது பிளாங்கின் மாறிலியாகும். இதன்படிக் குறைந்த அதிர்வெண்ணுடைய அலைகள் குறைந்த ஆற்றலையும், அதிக அதிர்வெண்ணுடைய அலைகள் அதிக ஆற்றலையும் பெற்றிருக்கின்றன என நிறுவலாம்.

மின்னாற்றல். கம்பியின் ஒரு முனையிலிருந்து இன்னொரு முனைக்கு மிக வேகமாக எலெக்ட்ரான்கள் செல்லும்போது அவற்றிற்கு எதிர்த் திசையில் மின்சாரம் பாய்கிறது என்கிறோம். ஒரு மின் சுருள் (coil of wire) காந்தப் புலத்தில் (magnetic field) சுழலும்போது கம்பியில் மின்னழுத்தம் ஏற்படும். இந்த மின்னழுத்தத்தை நீர்வீழ்ச்சியின் நிலையாற்றல், நிலக்கரியின் வெப்ப ஆற்றல், அணுவின் பிணைப்பாற்றல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு பெற இயலும்.

பொருள் ஆற்றல். ஐன்ஸ்டைன் (Einstein) என்பார் ஒவ்வொரு பொருளிலும் பேரளவு ஆற்றல் உறைந்துள்ளது என்பதைக் கண்டு தெரிவித்தார். m என்பது பொருளின் பொருண்மை எனக் கொண்டால் அதில் உறைந்திருக்கும் ஆற்றல் Mc^2 ஆகும். இதில் c என்பது ஒளியின் விரைவாகும்.

அணுக்கரு ஆற்றலுக்குக் காரணம் இப்பொருள் ஆற்றல்தான். பொதுவாக ஆற்றலை ஆக்கவோ

அழிக்கவோ முடியாது. ஒரு வகை ஆற்றலைப் பிறி தொருவகை ஆற்றலாக மட்டுமே மாற்ற இயலும். இதையே ஆற்றல் அழியாமை விதி என்று குறிப்பிடு கின்றார்கள்.

சு. ருக்மணி

நூலோதி

1. Joseph, F.Mulligan, Practical Physics, The Production and Conservation of Energy, McGraw-Hill Book Company, New York, 1980.
2. David, M.Riban., Introduction to Physical Sciences, McGraw-Hill International Book Company, New york, 1982.

ஆற்றல் அளவிகள், ஒற்றைத் தறுவாய்

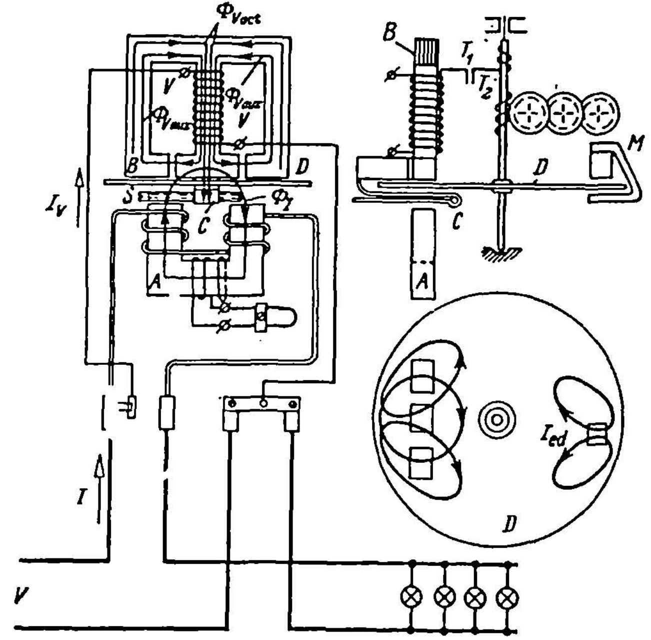
ஒரு மின்சுற்றுவழி மூலம் செலுத்தப்படும் மின் ஆற்றல் (electrical energy) தொகைப்படுத்தும் (integrating) கருவிகள் ஆற்றல் அளவிகள் (energymeters) எனப்படுகின்றன. இத்தகைய தொகைப்படுத்தும் கருவிகளில் இயங்கும் பொருள் (moving object) எவ்விதத் தடையுமின்றித் தொடர்ந்து சுழலுவதால், ஒவ்வொரு சுற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னாற்றலுக்கு அல்லது மின் அளவுக்குச் சமமாக உள்ளது. இந்த அளக்கப்படும் அளவு ஒரு பதிப்பியின் மூலம் பதிக்கப் படுகிறது.

ஒற்றைத் தறுவாய்த் தூண்டல் வாட்மணி அளவிகள். தூண்டல் வாட்மணி மின்னளவியின் கட்டுமானமும் மின் இணைப்புக்களும் படம் 1 இல் காட்டப் பட்டுள்ளன.

இவ்வகை அளவியில் A என்னும் தொடர்நிலை இணைப்பு மின்னோட்ட மின்காந்தமும் (series electro magnet), B என்னும் இணைநிலை இணைப்பு மின்காந்தமும் (parrallel electro magnet) D என்னும் சுழல் அச்சில் இணைக்கப்பட்ட அலுமினியத் தட்டும் சுழற்சியை எதிர்த்து நிறுத்தவல்ல M என்னும் காந்தமும் (brake magnet) சுற்றுக்களை எண்ணும் பொறியும் (பதிப்பியும்) அமைந்துள்ளன.

இந்த அளவி இயங்கும்போது, இதன் தொடர் இணைப்புச் சுருள் (series coil) I என்னும் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது. இம்மின்னோட்டம் ϕ என்னும் காந்தப் பெருக்கைத் தொடர் இணைப்பு மின்காந்த உள்ளகத்தில் (core) ஏற்படுத்துகிறது.

இந்த அளவியில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம், V இணை இணைப்புச் சுருளில் I_v என்னும் மின்னோட்டத்தை உருவாக்குகிறது. இதன் காரணமாக உள்ளகத்தில் $\phi_{v\,aux}$ $\phi_{v\,act}$ ϕ_v ஆகிய காந்தப் பெருக்குகள் உருவாகின்றன. காந்தப் பெருக்குகள் ϕயும்



படம் 1. தூண்டல் வாட்மணி அளவியின் உள்கட்டுமானமும் மின்இணைப்புக்களும்

$\phi_{v\,act}$ உம் அலுமினியத்தட்டு (aluminium disc) வழியாகச் சென்று சுழிப்பு மின்னோட்டத்தைத் (eddy currents) தூண்டுகின்றன.

மின்காந்தப் பெருக்குக்கும், சுழிப்பு மின்னோட்டத்திற்குமிடையே நிகழும் எதிர்வினை T என்ற விலக்கத் திருக்கத்தை (deflicting torque) உண்டாக்கு கிறது.

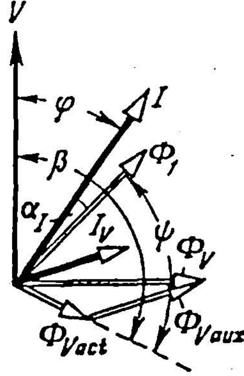
$$T_d = K f \phi_{max\,I}\ \phi_{max\,v}\ \sin\Psi$$

தொடர் இணைப்பு மின்காந்தத்தின் உள்ளகம் (core) தெவிட்டல் (saturation) அடையாவிட்டால் $i_{max\,I} = I$, ஒரு நிலையான f என்ற அலைவெண்ணில் $V_{max\,v} = V$ ஏனென்றால் $v = V/4.4\ \omega f$. மேலும் $\sin\Psi = \cos\phi\ \sin(90-\Psi) = \cos\phi$ எனவே, விலக்கத்திருக்கும் $T = K_1 IV \cos\phi = K_1 P$. இதன் மூலம் திருக்கம் மின்திறனுக்கு நேர் விகிதத்திலிருப்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது.

மின்காந்த உள்ளகத்தில் இழப்புக்கள், காந்தப் பெருக்குகள் ϕ_1, மின்னோட்டம் I யை விட α_1 என்னும் தறுவாய்க் கோணத்தில் பின்தங்கி இருக்கு மாறு செய்கிறது. மற்றும் இணைநிலை இணைப்புச் சுருளின் தூண்டம் (inductance), மின்னோட்டம் I_v ஐச் செலுத்தும் மின்னழுத்தம் Vயை விட 90°க்கு அருகே பின்தங்கச் செய்கிறது.

கீழே காட்டிய திசையன் விளக்கப் படத்திலிருந்து செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும்,

செயல்பாட்டுக் (active) காந்தப்பெருக்கு ϕ vact ஆகியவற்றுக்குமிடையே உள்ள தறுவாய்க்கோணம்.



படம் 2. தூண்டல் வாட்மணி அளவியின் திசையன் விளக்கப்படம்

செயல்பாட்டுக் காந்தப் பெருக்குகள் ϕ V_{act} மின்காந்தத்தின் நடுநுகத்தின் (centre limp) வழியாகவும், அலுமினியத்தட்டு வழியாகவும் அதன் கீழ் உள்ள சம எதிர்ப்புத் துருவம் வழியாகவும் செல்லுகிறது. மேற்கண்ட பாதைகள் வழியாக ஏற்படும் இழப்புக்களால் காந்தப் பெருக்குகள் V_{act} மின்னோட்டம் I_v இலிருந்து மிக அதிக அளவு தறுவாய்க் கோணம் இடம்பெயர்ந்து அமையும். தறுவாய்க் கோணம். β, $90° + \alpha_1$ க்குச் சமமாகவோ கூடுதலாகவோ உள்ளவாறு வைக்கப்படுகிறது.

ஒற்றைச் சுற்றுக்கண்ணிகளும், கம்பியால் சுற்றப்பட்ட தடையில் (wire wound resistor) இணைக்கப்பட்ட சுருணையும் (winding) தொடர் இணைப்பு மின்காந்தத்துடன் இணைக்கப்படுகின்றன. மேற்கண்ட சுருணையிலும், கண்ணிகளிலும் தூண்டப்படும் மின்னோட்டம், மின்காந்தப் பெருக்கு ϕ இன் சுற்றுவழியில் இழப்புக்களை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. இதன் காரணமாகத் தறுவாய்க் கோணம் α_1 மாறுபடுகிறது. கம்பித் தடையின் அளவை மாற்றி α_1 ஐ மாற்றி அமைக்கலாம். இதனால் விலக்கத் திருக்கம் மின்சுற்றுவழியின் திறனுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

அளவியின் தட்டு நகரும்பொழுது ஒரு நிறுத்தத் திருக்கத்தை Tbr ஏற்படுத்துகிறது. நிறுத்தக் காந்தத்தின் பெருக்கு ϕbr க்கும், சுழிப்பு மின்னோட்டம் led க்கும் ஏற்படும் இடைச்செயலால் இந்நிறுத்தச் செயல் ஏற்படுகிறது. எனவே, நிறுத்தத்திருக்கம், $T_{br} = K'_{de}\, \phi_{br}$. நிறுத்தக் காந்தப்பெருக்கு மாறாவிட்டால் நிறுத்தத் திருக்கம்.

$$T_{br} = K_2 n$$

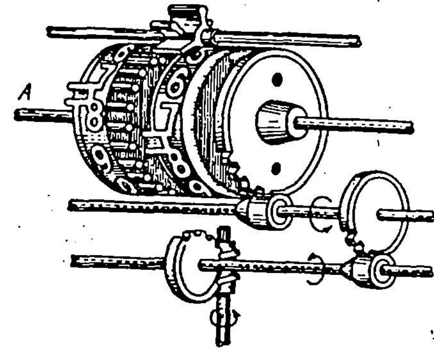
இங்கு, n என்பது ஒரு நொடியில் தட்டு சுழலும் சுற்றுகள்.

முதன்மை நிறுத்தத் திருக்கத்துடன் வேறு இரண்டு திருக்கங்களும் அளவியில் செயல்படுகின்றன. அவை நிறுத்தத் திருக்கம் $T_{br} V_{act}$ (ϕV_{act}) ஏற்படுத்துவது; நிறுத்தத் திருக்கம் $T_{br}F$ ($_1\varnothing$ஏற்படுத்துவது, என்பனவாகும். மாறாத மின்திறனில் (at power) அளவியின் தட்டு நிலையான வேகத்துடன் சுழலுகிறது. எனவே,

$$T = T_{br} \text{ அல்லது } K_1P = K_2n.$$

$$\text{அப்போது,} \quad P = \frac{K_2}{K_1} n = Kn$$

அலுமினியத்தட்டின் வேகம் p என்ற மின்திறனுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். t நேரத்தில் ஒரு சுமையின் ஆற்றல் $W = pt = Knt = KN$ ஆகும். அளவியின் தட்டுச் சுற்று எண்ணிக்கை N ஏற்கப்படும் ஆற்றலுக்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கிறது. எண்ணும் இயங்கமைப்பு (படம் 3) மூலமாகத் தட்டின் சுற்றுக்கள் ஆற்றலுக்கு ஏற்பப் பதியப்படுகின்றன. மிகக்குறைந்த அளவுச் சுமையில் உராய்வுத் திருக்கமும் பிழைகளும் அதிக அளவு இருக்கும். அளவீடு செய்யப்பட்ட சுமையில் 10%க்குச் சமமானசுமையில் ஒரு ஈடு செய்யும் திருக்கத்தை உண்டாக்குவதால் இத்தகைய உராய்வுப் பிழைகள் குறைக்கப்படுகின்றன.



படம் 3. எண்ணும் இயங்கமைப்பு

ஒற்றைத்தறுவாய் ஆற்றல் அளவி கீழ்க்காணும் தேவைகளை நிறைவு செய்யவேண்டும். (1) அளவியின் இணைநிலைச் சுற்றுவழியில் (parallel circuit) மட்டும் மின்னோட்டம் இருக்கும்பொழுது, 80% முதல் 11% வரையளவு மின்னழுத்தத்தில் அலுமினியத்தட்டு ஒரு சுற்றுக்குமேல் சுற்றாமலும், பிறகு அசையாமலும் இருக்கவேண்டும். (2) 1.0, 2.0 துல்லியவகை அளவுக் கருவிகளில் வரையறுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத்திலும் அலைவெண்ணிலும்

ஒற்றைத் திறன்கூறில் (u. p. f.) அளவியின் தட்டு 0.5 விழுக்காடு மின்னோட்டத்தில் இடைவிடாது சுழலவேண்டும். மற்ற துல்லியவகை அளவுக்கருவி களில் ஒரு விழுக்காடு மின்னோட்டத்தில் அளவியின் தட்டு இடை விடாமல் சுற்றவேண்டும்.

த. சந்தானம்

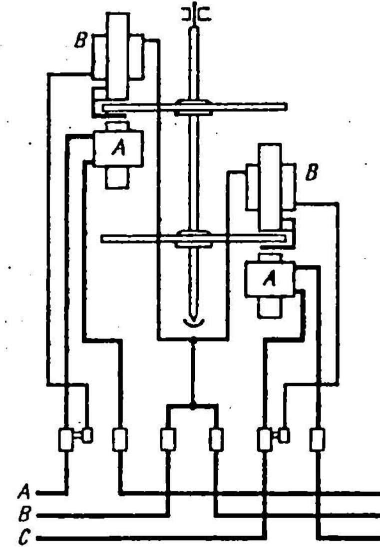
நூலோதி

1. சுப்பிரமணியன், ஆர். கே., மின்அளவைக் கருவி கள், முதற்பதிப்பு, தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1975.
2. Golding, E. W., Widdis, F. C., Electrical Measurements and Measuring Instruments, 5th Edition, A. H. Wheeler and Company Private Limited, Allahabad, 1963.
3. Popov, V., Electrical Measurements, 3rd Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

ஆற்றல் அளவிகள், முத்தறுவாய்

முத்தறுவாய் அமைப்புக்களின் மின் ஆற்றலை அளப் பதற்கு முத்தறுவாய் ஆற்றல் அளவி (three phase energy meter) பயன்படுகிறது. முத்தறுவாய் ஆற்றல் மூன்று மின்கம்பிகள் மூலமோ நான்கு கம்பிகள் மூலமோ அனுப்பப்படுகிறது. எத்தனைத் தறுவாயில் வேண்டுமானாலும் ஆற்றல் அனுப்பப்படலாம். அதை அளப்பதற்கு n-1 உறுப்புகள் (elements) தேவைப்படுகின்றன. இங்கு n ஆற்றலைக் கொண்டு செல்லுவதற்குப் பயன்படும் மின்கம்பிகளின் எண் ணிக்கை ஆகும். எனவே முத்தறுவாய் மூன்று மின் கம்பிகளின் மூலம் அனுப்பப்படும் ஆற்றலை அளப் பதற்கு இரண்டு உறுப்புக்கள் உள்ள அளவி போது மானது. நான்கு கம்பிகளின் மூலம் அனுப்பப்படும் முத்தறுவாய் ஆற்றலை அளப்பதற்கு மூன்று உறுப் புக்கள் கொண்ட அளவி (meter) போதுமானது. முத லில் இரண்டு உறுப்புக்களைக் கொண்ட தூண்டல் வகை (induction type) ஆற்றல் அளவியின் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

கட்டுமான அமைப்பு. இதில் இரண்டு வட்டத் தட்டுகள் ஒரே சுழல் அச்சில் பொருத்தப்பட்டிருக் கும். ஒவ்வொரு வட்டத்தட்டும் ஒவ்வோர் உறுப் பின் இயங்கமைப்பில் சுற்றுமாறு இணைக்கப்பட்டி ருக்கும். சுழல் அச்சில் உள்ள பற்களோடு (teeth) தொடர்நிலைப் பற்சக்கரங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ள மையால் அவை ஆற்றலை அளந்து காட்டும். ஒவ் வோர் உறுப்பும் தொடர் நிலைக் காந்தம் (series magnet) A, இணைநிலைக் காந்தம் (parallel magnet) B, என்ற இரு காந்தங்களைக் கொண்டிருக்கும். இந்த இரண்டுமே மின்காந்தங்களாகும். தொடர் மின்காந் தம் மின்சுமையின் மின்னோட்டத்தால் (current) காந்தமடைகிறது. இணைமின்காந்தம், இரண்டு தறு வாயினிடையே இணைக்கப்படுவதால் மின்னழுத்தத் தால் மின்காந்தமடைகிறது. தொடர் மின்காந்தத் தில் சுற்றப்பட்டுள்ள சுருள் மின்னோட்டச் சுருள் (current coil) என்றும், இரண்டு தறுவாயினிடையே இணைக்கப்பட்டு இணைமின் காந்தத்தில் சுற்றப்பட் டுள்ள சுருள் மின்னழுத்தச் சுருள் (voltage coil) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. வட்டத்தட்டின் சுழற்சியைக் கட்டுப்படுத்த இரண்டு நிறுத்த நிலைக் காந்தங்கள், மேல்பகுதியில் உள்ள தட்டின் மேலும் கீழும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இரண்டாவது உறுப் பும் (element) மேற் கூறிய அமைப்பையே பெற்றி ருக்கும். ஆனால் அதற்கு நிலை மின்காந்தங்கள் தேவையில்லை.



முத்தறுவாய் ஆற்றல் அளவி

இயக்கக் கோட்பாடு. மின்னோட்டச் சுருள், மின்ன ழுத்தச் சுருள்களிடையே மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது அவை சுற்றப்பட்டுள்ள இரும்புச் சட்ட கங்கள் மின்காந்தமாக்கப்படுகின்றன. எனவே அவற்றிலிருந்து செல்லும் காந்தப்பெருக்கு (magnetic flux) மாறும் தன்மையுடையதாதலால் ஆகும். வட்டத்தகட்டை வெட்டும் பொழுது மின்னோட் டம் உண்டாகிறது. இந்த மின்னோட்டம் மின் காந்தப்பெருக்குடன் (electromagnetic flux) எதிர் வினைபுரிவதால், இயக்கத் திருக்கம் (operating torque) உருவாகிறது. தொடர் மின்காந்தத்திலிருந்து செல்லும் காந்தப்பெருக்கு வட்டத்தட்டில் தூண் டும் மின்னோட்டமும், இணைமின் காந்தத்தால் வட்டத்தட்டில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டமும், ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் அமைவதால்,

வட்டத்தட்டில் ஏற்படும் இயக்கத் திருக்கமும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் அமையும். ஆனால் தொகு திருக்கம் இயக்கத் திருக்கங்களின் வேறுபாடாகும். இதேபோல் மற்றோர் உறுப்பின் அமைப்பாலும் இயக்கம் உண்டாக்கப்படுகிறது. எனவே வட்டத் தட்டுச் சுற்றுகிறது. வட்டத் தட்டு, சுற்றுவதால் அதனுடன் உள்ள சுழல் அச்சும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள தொடர்நிலைப் பற்சக்கரங்களும் சுற்றுகின்றன. எனவே இவற்றுடன் இணைந்துள்ள பதிவு செய்யும் அமைப்பும் இச்சுற்றுக்களைப் பதிவு செய்கிறது.

மூன்று உறுப்புகள் கொண்ட அமைப்பில் இதேபோல் மூன்று வட்டத் தட்டுகள், ஒவ்வோர் உறுப்புக்கு ஒன்றாக அமைந்திருக்கும். நிறுத்தும் நிலைக் காந்தங்கள் மேலும் கீழும் வட்டத்தட்டினிடையே பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

தூண்டல்வகை ஆற்றல் அளவியில் ஏற்படும் பிழைகளும் அவற்றை ஈடுசெய்யும் முறைகளும். பொதுவாக இணைகாந்தத்தால் ஏற்படும் மின்காந்தப் பெருக்கு அவற்றிற்குக் கொடுக்கும் மின்னழுத்தத்துக்குச் சரியாக 90° கோணம் பிந்தியிருக்காது. இதனால் திருக்கம் சுழித்திறன்கூறில் (power factor) சுழியாக இருக்காது. இதற்குத் தறுவாய்ப் பிழை என்று பெயர். இதை ஈடுசெய்யச் செம்பு வளையம் (copper band) இணை காந்தத்தின் நடுத்தண்டில் (central limb) வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

சுழிப்பு மின்னோட்டப்பிழை. மின்தூண்டுதல் இல்லாதமின் சுமையில் சோதனை செய்யும் பொழுது சுழிப்பு மின்னோட்டப் (eddy current) பிழையை, நிறுத்தும் காந்தத்தைச் சரிசெய்வதால் குறைக்கலாம்.

தட்டு, சுற்றும் பொழுது அதன் தாங்கியிலும், பதிவு செய்யும் அமைப்புகளிலும் தேவையற்ற நிறுத்தத் திருக்கத்தை உராய்வு ஏற்படுத்துகிறது. இதை இணைகாந்தத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள இரண்டு மறைவளையங்களின் (shading rings) உதவியால் ஈடுசெய்யலாம். மின்னழுத்தம் மட்டும் கொடுக்கப்படும்பொழுது சுழல்தட்டு, சுற்றாமல் இருந்தால், அளவிசரியாக ஈடு செய்யப்பட்டது என்பது பொருள்.

ஊர்தல் பிழை. மின்னழுத்தம் மட்டும் கொடுத்தால்சுழல்தட்டு மெதுவாகத் தொடர்ச்சியாகச் சுற்றினால், அது ஊர்தல் (creep) என்று அழைக்கப்படும். ஊர்தலை நிறுத்துவதற்கு, இரண்டு துளைகள் வட்டத்தட்டில் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்ப்புறத்தில் போடப்பட்டிருக்கும். இவை தேவையான அளவுக்குக் காந்தப்புலங்களைத் தடை செய்வதால், சுழல் தட்டுத் துளை ஒரு முறை எருதுக் குளம்புக் காந்தத்தின் ஒரு துருவத்தின் கீழ் வரும்பொழுது சுழற்சி முழுதுமாக நின்றுவிடும்.

ஆற்றல் அளவி சரிசெய்கை முறைகள். வரைறுக்கப்பட்டுள்ள பிழை எல்லைக்குள் ஆற்றல் அளவி சரியான அளவுகளைத் (precise measurements) தருவதற்குச் சில சரிசெய்கைகள் பயன்படுகின்றன. அவை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தொடக்கத் தாழ் மின்சுமை சரிசெய்கை. முதலில் வட்டத் தட்டிலுள்ள துளைகள் மின்காந்தங்களின் கீழ் அமையாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். வரையளவு மின் அழுத்தத்தை மின் அழுத்தச் சுருளில் கொடுக்க வேண்டும். மின்னோட்டச் சுருளில் மின்னோட்டம் செலுத்தாமல். குறைந்த மின் சுமையில் வட்டத்தட்டுச் சுழலாமல் இருக்குமாறு சரிசெய்ய வேண்டும். இது அளவி இயங்கத் தொடங்கும்போது தாழ்மின் சுமையில் ஏற்படும் பிழையைக் குறைக்கும்.

ஒற்றைத் திறன்கூற்றில் முழுச்சுமை சரிசெய்கை. மின் ஆற்றல் அளவிக்கு வரையறுக்கப்பட்ட முழுச் சுமைக்குரிய மின் அழுத்தத்தையும் மின்னோட்டத்தையும் ஒற்றைத் திறன்கூறில் (u.p.f) செலுத்தி, வட்டத்தட்டு சரியான சுழற்சி வேகத்தில் சுற்றுவதற்கு நிறுத்தக் காந்தத்தின் நிலையை முன்னும் பின்னும் வட்டத்தட்டு சரியான வேகத்தில் சுழலும் வரை இதைச்சரிசெய்ய வேண்டும்.

பிந்தல் சரிசெய்கை. மின்னழுத்தச் சுருளுக்கு வரையளவு மின் அழுத்தத்தைக் கொடுத்து வரையளவு மின்னோட்டத்தைப் 0.5 பிந்தும் திறன்கூறில் மின்னோட்டச் சுருளுக்குச் செலுத்த வேண்டும். வட்டத்தட்டு சரியான வேகத்தில சுழலும் வரை பிந்தல் சரிசெய்கை அமைப்பை மாற்ற வேண்டும்.

தாழ்சுமை சரிசெய்கை. வரையறுக்கப்பட்ட மின் அழுத்தம் வரையறுக்கப்பட்ட மின்சுமையில் 20% அளவு மின்னோட்டத்தையும் ஆற்றல் அளவியில் ஒற்றைத் திறன் கூறில் செலுத்தி ஆற்றல் அளவியின் வட்டத்தட்டு, சரியான வேகத்தில் சுற்றுகிறதா என்பதைப் பார்க்க வேண்டும். இதைச் சரிசெய்யத் தாழ்சுமை சரிசெய்கை அமைப்பைத் தேவைக்கேற்ப மாற்ற வேண்டும்.

ஊர்தல் சரிசெய்கை. வரையறுக்கப்பட்டுள்ள மின் அழுத்தத்தில் 110 விழுக்காடு மின் அழுத்தத்தை மின் அழுத்தச் சுருளில் கொடுக்க வேண்டும். ஆனால் மின்னோட்டச் சுருளில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தக் கூடாது. மேற்கூறிய நிலையில் தாழ்சுமை சரிசெய்கை தக்கபடிச் சரிசெய்யப்பட்டிருந்தால் ஆற்றல் அளவி ஊராமல் இருக்கும்.

ந. சுப்பிரமணியன்

நூலோதி

1. சுப்பிரமணியன், ஆர். கே., மின்அளவைக் கருவிகள், முதற்பதிப்பு, தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1975.

2. Golding, E. W., Widdis, F. C., Electrical Measurements and Measuring Instruments, 5th Edition, A. H. Wheeler and Company Private Limited, Allahabad, 1963.

3. Popove V, Electrical Measurements, 3rd Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

ஆற்றல், இயற்கை வளிம

இயற்கை வளிமத்தின் (natural gas) வேதியியல் உட்கூறுகள் (composition) அது கிடைக்கும் மூலத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றன. இதில் முதன்மையாக மீத்தேன், புரோப்பேன், பாரஃபின் ஆகியவற்றைச் சார்ந்த ஹைட்ரோக் கார்பன்களும் சிறிய அளவில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, கார்பன் டை ஆக்சைடு நைட்ரஜன் ஆகிய வளிமங்களும் சில படிவுகளிலிருந்து ஹீலியம் வளிமமும் சேர்ந்து கிடைக்கும். நிலத்தடியில் வெவ்வேறுபட்ட ஆழத்திலும் வெவ்வேறு பட்ட அழுத்தத்திலும் இயற்கை வளிமம் கிடைக்கின்றது. மேலும் இயற்கைப் பாறை எண்ணெய்ப் படிவுகளில் (crude oil deposits) எண்ணெய்க் கரைசலுடன் சேர்ந்தும் இவ்வளிமம் கிடைப்பதுண்டு. இயற்கை வளிமப் படிவுகள் பெருமளவில் அமெரிக்க நாடு, கனடா, சோவியத் நாடு, மத்திய கிழக்கு நாடு ஆகிய நாடுகளில் கிடைக்கின்றன. டெக்சாசிலுள்ள (Texas) பேன்ஹேண்டில் (Panhandle) என்னும் ஊரில் இயற்கை வளிம வயலில் எடுக்கப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகள் அட்டவணை 1இல் எடுத்துக்காட்டிற்காகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. நிலக்கோளத்தின் பெரும் பகுதிகளில் இயற்கை வளிமம் கிடைக்காததாலும் இயற்கை வளிமத் தேவை கிடைப்பதைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பதாலும் பேரளவு இயற்கை வளிமம் குழாய் வழியாக வளிம நிலையிலோ நீர்ம நிலையிலோ ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. மேலும் கடந்த சில ஆண்டுகளில் கடல் வழியாகத் தனித்தன்மை வாய்ந்த வடிவமைப்பைக் கொண்ட நீர்ம இயற்கை வளிமக் கப்பல்களில் (liquified natural gas carriers) நீர்ம மாக்கப்பட்ட இயற்கைவளிமம் (நீ.இ.வ., L N G) கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

60°F வெப்பநிலையிலும் 75 செ.மீ. பாதரச அழுத்தத்திலும் வெவ்வேறான இயற்கை வளிமங்களின் வெப்ப மதிப்பு, சராசரியாக 975 முதல் 1180 பி.வெ.அ/பருமன்அடி (B.T.U/C.ft.- பிரிட்டன் வெப்ப அலகு/பருமன்அடி) அளவு வரையுள்ள இடைவெளியில் அமைகிறது.

இயற்கை வளிமத்தின் நிலஇயலும் அதன் தோற்றமும். இயற்கை வளிமக் கோட்பாடுகளில்

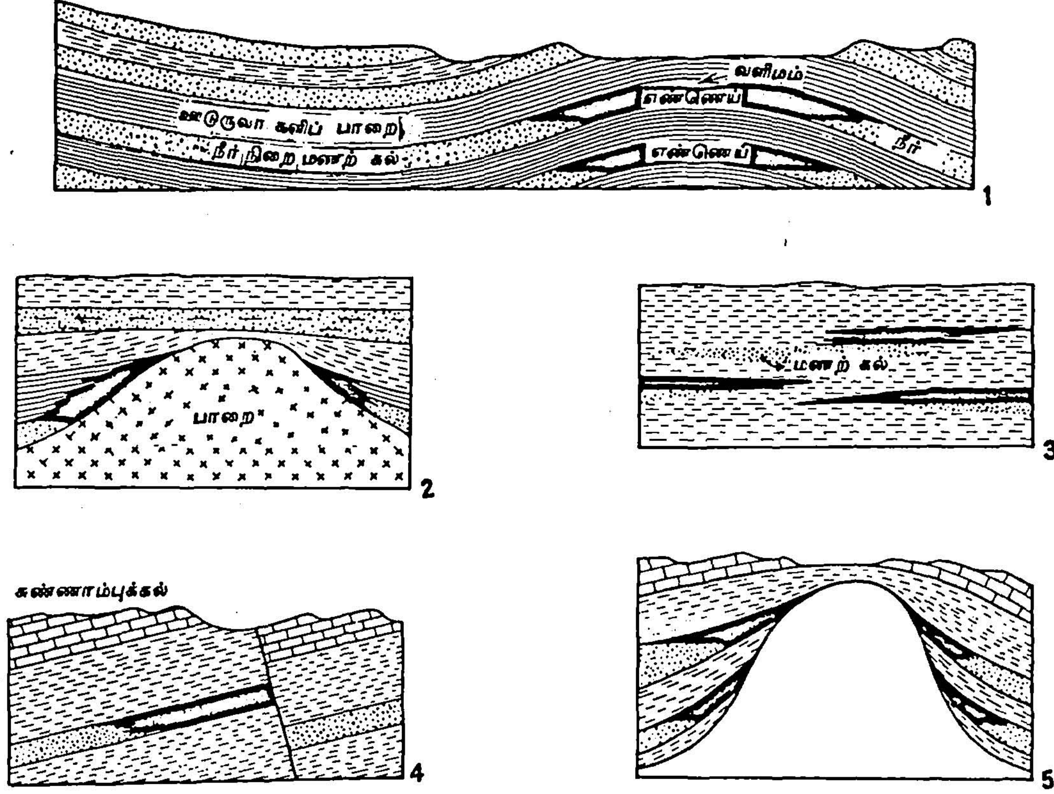
அட்டவணை 1. டெக்சாசிலுள்ள பேன்ஹாண்டில் இயற்கை வளிம வயலில் எடுக்கப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகள்

உட்கூறு	மோல் விழுக்காட்டில்
மீத்தேன்	76.2
ஈத்தேன்	6.4
புரோப்பேன்	3.8
இயல்புப் பியூட்டேன்	1.3
ஐசோ பியூட்டேன்	0.8
இயல்புப் பென்ட்டேன்	0.3
ஐசோ பென்ட்டேன்	0.3
வளையப் பென்ட்டேன் (ஹெக்சேனுடன்)	0.1
மற்ற ஹைட்ரோக்கார்பன்கள்	0.35
நைட்ரஜன்	9.8
ஆர்கான்	சிறிதளவு
ஆக்சிஜன்	சிறிதளவு
ஹைட்ரஜன்	0.0
ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு	0.0
கார்பன் டை ஆக்சைடு	0.2
ஹீலியம்	0.45

மிகவும் பரவலாக நடைமுறையில் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும் கருத்து கரிமச்சேர்மக் கருத்தாகும். அழிவுறும் தாவரப் பொருளின் விளைபொருளாக மீத்தேன் கிடைக்கின்றது. தேங்கிய நீர் உள்ள சில பகுதிகளில் சதுப்பு நிலவளிமமாக மீத்தேன் காணப்படுகின்றது. பல மில்லியன் ஆண்டுகளாகத் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் எஞ்சிய பகுதிகள் மழையினால் ஏரிகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டு ஒன்று சேர்ந்தவை சேற்றினாலும் கல்லினாலும் மூடப்பட்டவென்று அறிவியலார் கருதுகின்றனர். சேறும் கல்லும் இறுதியாகக் கல்லாக்கப்பட்டன என்றும், கரிமப் பொருளானது வெப்பத்தினாலும் அழுத்தத்தினாலும் பாக்டீரியாக்களாலும், கதிரியக்கத்தினாலும் பல்வேறுபட்ட ஹைட்ரோக் கார்பன்களாக ஆக்கம் பெற்றன என்றும் கருதுகின்றனர். மணல் துகள்களிலும் புரைமிக்க பாறைகளுக்கு (porous rocks) இடைப்பட்ட மிகச்சிறிய இடைவெளிகளிலும் ஹைட்ரோக்கார்பன்கள் அகப்பட்டதால் அவை இயற்கை வளிமமாகவும் பெட்ரோலியமாகவும் மாறின என்றும் கருதுகின்றனர். அவ்வாறு ஆக்கப்பட்ட இயற்கை வளிமம் பாறையின் வழியாக வெளிப்பட்டுத் தரையை வந்தடைந்து வளிமண்டலத்திற்குத் தப்பிச் சென்றது. சிலபகுதிகளில் ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் அடங்கிய மணலும் புரைமிக்க பாறையும் வளிமம் வெளியே செல்லவிடாத பாறையால் மூடப்பட்டு வேறுபட்ட அளவுடைய அழுத்தத்தில் பெரும் இயற்கை வளிமத் தேக்கங்கள் உண்டாவதற்குக் காரணமாய் அமைந்தன.

தொடக்ககால வரலாறு. 2000 ஆண்டுகட்கு முன்னர் ஆழமில்லாத கிணறுகளில், மூங்கில் கொம்புகளைக் குழாய்களாகப் பயன்படுத்தி இயற்கை வளிமத்தை நில மேல்மட்டத்திற்குக் கொண்டு வந்து அதை எரித்து அதனால் தட்டுப்போன்ற கொதிகலன்களில் (boilers) அல்லது வாணலிகளில் கடல்நீரைக் காய்ச்சி ஆவியாக்கி அதிலிருந்து உப்பைச் சீனநாட்டினர் பெற்றனர் என்று கூறப்படுகின்றது. ஏறத்தாழ 1802ஆம் ஆண்டு மேற்கு நாட்டில் இத்தாலியில் ஜெனோவாவில் (Genoa) தெரு விளக்குகளுக்காக வணிக முறையில் இயற்கை வளிமம் பயன்படுத்தப்பட்டது. அமெரிக்க நாட்டில் நியூயார்க், பென்சில்வானியா, ஒஹையோ, மேற்கு வர்ஜீனியா ஆகிய பகுதிகளில் எரியும் ஊற்றுகள் காணப்படுகின்றன என்ற செய்தி இயற்கை வளிமப் படுகைகள் கண்டெடுப்பதற்கு ஆதாரமாய் அமைந்தது. 1626 ஆம் ஆண்டிலேயே வட மேற்கு நியூயார்க்கில் இருந்த இந்தியர்களைக் கண்டு சமயப்பணி ஆற்ற வந்த ஃபிரான்சு நாட்டவர்கள் ஆழமற்ற நீர் நிலைகளில் வெளியெழும்பும் வளிமங்களைத் தீப்பற்றவைக்க இயலும் எனத் தங்களது குறிப்பில் எழுதி வைத்துள்ளனர். ஈரியென்னும் ஏரியின் கரையோரங்களிலும் அவ்வேரியில் செல்லும் நீரோடைகளிலும் இயற்கை வளிமம் இருப்பதாகத் தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒஹையோ ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலும் கலிபோர்னியாவில் பசுபிக்கடலின் கரையோரங்களிலும் எரியும் ஊற்றுக்கள் இருப்பதாகக் கூறப்பட்டுள்ளது. 1775 ஆம் ஆண்டு மேற்கு வர்ஜீனியாவில் சார்ல்ஸ்டட்டன் அருகிலுள்ள கனாவா பள்ளத்தாக்கில் இருந்த ஓர் எரியும் ஊற்றைக் கண்டு படைப்பெருந்தலைவர் ஜார்ஜ் வாஷிங்டன் (George Washington) கவரப்பட்டதாகக் கூறப்பட்டுள்ளது. அமெரிக்க நாட்டிற்கு முதலில் குடியேற்றம் செய்தவர்கள் நீரைப் பெறுவதற்காகக் கிணறுவெட்டியபோது இயற்கை வளிமம் சிறிய அளவில் காணப்பட்டதாகத் தெரிவித்தனர். அமெரிக்க நாட்டில் இயற்கை வளிமத் தொழிற்சாலையின் பிறப்பிடமாக நியூயார்க்கிலுள்ள ஃபிரிட்டோனியா அமைந்தது. 1825 ஆம் ஆண்டு வில்லியம் ஹார்ட் என்பவர் ஒரு கிணற்றினைத் தோண்டி அதிலிருந்து போதிய அளவில் இயற்கை வளிமத்தைப் பெற்று அவரது இரு கிடங்குகளையும் இரண்டு கடைகளையும் ஓர் அரைவை ஆலையையும் ஒளியூட்டுவதற்காகப் பயன்படுத்தினார் என்றும் கூறப்படுகின்றது. அவர் உள்ளீடற்ற மரத் திம்மைகளைக் குழாயாகப் பயன்படுத்தினார். பகற்பொழுதில் அக்கிணற்றிலிருந்து போதிய அளவில் மேலெழும்பி வந்த வளிமம் பொழுது சாய்ந்ததும் வளிம விளக்குகளுக்கு எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. 1829 ஆம் ஆண்டு ஈரி ஏரியின் ஓரமாக இயற்கை வளிமத்தைப் பயன்படுத்தி முதல் கலங்கரைவிளக்கத்தைக் கட்டுவதற்கு ஹார்ட் காரணமாயிருந்தார். இக்கலங்கரை விளக்கத்தில் இரண்டு அடுக்குகளில் 13 வளிம விளக்குகள் ஒளிக்கதிர் எதிர்பலிப்பிகளுடன் (reflectors) அமைந்து 1859 ஆம் ஆண்டுவரை பயன்பட்டன. அமெரிக்க நாட்டில் 1858 ஆம் ஆண்டு முதல் இயற்கை வளிம நிறுவனம் (Natural Gas Company) அமைக்கப்பட்டது. அதன் பெயர் ஃபிரிட்டோனியா வளிமவிளக்கு நிறுவனம் என்பதாகும்.

இயற்கை வளிமத்தின் பயன்பாடு வேகமாக விரிவடைந்தது. ஒரு தலைமுறையில் அதாவது 1940 முதல் 1970 க்குள் இயற்கை வளிமத்தினை ஓர் ஆண்டிற்குப் பயன்படுத்தும் அளவு 730 விழுக்காடாக உயர்ந்தது. இந்தத் தேவையினை நிறைவு செய்வதற்காக இந்த வளிமத்தைக் கையாளும் தொழிற்சாலை அந்த முப்பது ஆண்டுகளில் 313 டிரில்லியன் பருமன் அடி இயற்கை வளிமத்தை உண்டாக்கியது. பயன்படுத்தும் அளவு மிகவும் கூடியதால் இவ்வளிம வயலில் உள்ள வளிமம் தீரும் நிலையை அடையலாயிற்று. அடிப்படை வேதியியல் மூலப்பொருள்களுக்கு மேன்மையான இருப்பிடமாக இயற்கை வளிமம் உள்ளதால் இவ்வியற்கை வளிமத்திற்கு மாற்று எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துவதை ஊக்குவித்து அதன் வழியாக இவ்வியற்கை வளிமம் வேதி



படம் 1. இயற்கை வளிமத் தேக்க வகைகள்

1. இருபுறச் சாய்வுடைய தேக்கம் (synclinal reserve) *2. பவழப்பாறைத் தேக்கம்* (coral reef reserve) *3. அடுக்கியற் படிவுத் தேக்கம்* (stratigraphic reserve) *4. பெயர்ச்சிப்பிளவுத் தேக்கம்* (fault rescrve), *5. படிவிலா இடைவெளி* (ur.conformity)

யியல் மூலமாகப் பல்லாண்டுகள் கிடைப்பதற்கு உறுதிசெய்ய வேண்டும்.

தேட்டம். புதிய எண்ணெய் வயல்களைத் தேடும் போது எண்ணெய்க் கிணற்றைத் துளையிடுபவர்கள் 100 கிணறுகளைத் துளையிடும்போது 9 கிணறுகளில் மட்டும் வளிமத்தையும் எண்ணெயையும் கண்டெடுக்கின்றனர். இவ்வொன்பது கிணறுகளிலும் இரண்டில் மட்டுமே போதிய அளவில் வளிமம், எண்ணெய் வணிகத் துறையில் கட்டுபடியாகும் அளவில் கிடைக்கின்றது. 1960 முதல் 1970 வரையிலான ஆண்டுகளில் வளிமக் கிணறுகளின் சராசரி ஆழம் 1700 முதல் 2000 மீட்டர் இருந்தது. துளையிடுபவர்கள் 10000 மீட்டர் ஆழம் வரை துளையிட எண்ணியுள்ளனர். பல்லாண்டுகள் வரை டெக்சாசிலுள்ள இயற்கை வளிமக் கிணறே மிக ஆழமானதாக (ஆழம் 8800 மீட்டர்) இருந்தது. முதலில் கடற்கரையிலிருந்து சற்றுத் தொலைவில் கடலில் துளையிடும் போது (drilling) அத்துளையின் ஆழம் 6 மீட்டரிலிருந்து 8மீட்டர் வரையே இருந்தது. தற்போது நூற்றுக் கணக்கில் எண்ணெயைத் தோண்டுவதற்கான நிலை மேடைகள் கடலில் உள்ளன. கடலில் துளையிடப்படும் அவ்வெண்ணெய்க் கிணறுகளின் ஆழம் 125 மீட்டருக்கும் கூடுதலாகும்.

பொதுவாக இயற்கை வளிமம் திறந்த அல்லது புதையுண்ட மலைத் தொடருக்கு மிக அருகில் கிடைக்கின்றது. பேரளவு இயற்கை வளிமம் சாய்வான நில அடுக்குப் படிவுகளில் கண்டெடுக்கப்படுகின்றது. இந்த நில அடுக்குப் படிவுகளின் பாறை அமைப்புகள் புதையுண்ட குன்றின் முடியிலிருந்தோ புதையுண்ட மலை உச்சியிலிருந்தோ தள்ளிக் கீழ் நோக்கிச் சாய்வாக அமைகின்றன. படம் 1 இல் இயற்கை வளிமத் தேக்க வகைகள் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. அடிக்கடி இயற்கை வளிமமும் இயற்கைப் பாறை எண்ணெயும்(crude) இணைந்தே காணப்படுகின்றன. எனினும் மிகவும் பெரிய அளவிலான இயற்கை வளிமத்தேக்க இருப்பு வளங்கள் எண்ணெயில் கரையாதனவாகவோ எண்ணெயுடன் தொடர்பற்ற படிவுகளாகவோ உள்ளன.

வானிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நிழற் படங்களிலிருந்து பாறையின் வெளித் தோற்றங்களைக் கண்டுகொள்வதோடல்லாமல் அப்படங்களிலிருந்து அப் பாறைகளின் அடியில் என்ன கிடைக்கலாம் என்

பதையும் அறியலாம். தொடக்க அறிகுறிகள் சரியாக அமையும்போது பாறையின் மாதிரிகளைக் கொண்டு மேலும் ஆய்வு செய்வதற்காகப் பல இடங்களில் துளையிட நிலப்பொறியியல் வல்லுநர் (geotechnologist) அறிவுரை வழங்குவார். துளையிட்டு வெளியில் கொண்டுவரப்படும் பாறை இரு வகைப்படும். துரப்பணத்தின் இறுதியில் அமைந்துள்ள கூர்மையான பகுதியினால் துண்டாக்கப்படும் சிறிய துண்டுகள் முதலில் வரும். இரண்டாவதாக ஒரு குறிப்பிட்ட நிலத்தடி அமைப்பினை நில இயல் வல்லுநர் மிகவும் நுட்பமாக ஆய்வு செய்ய விரும்பும்போது துரப்பணத்துடன் தனித்தன்மை வாய்ந்த கருவியினை இணைத்து உட்பகுதியினைத் தரைப் பகுதிக்குக் கொண்டு வருவர். அவ்வுட்பகுதியானது திண்மவடிவிலான பாறை உருளையாகும். இதன் விட்டம் 2.5 இலிருந்து 12.5 செ.மீ வரையிலமையும்.

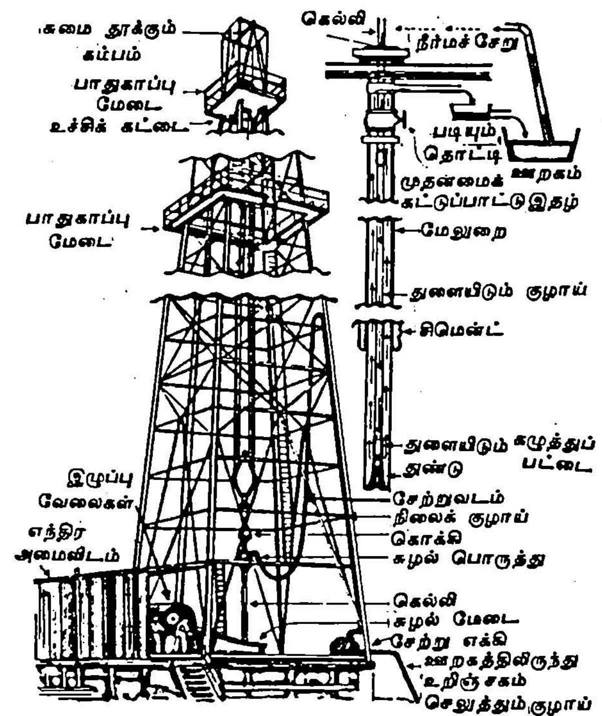
சிலவகைகளில் பல நூறு அடி ஆழத்திலிருந்து பாறையின் உட்பகுதிகள் எடுக்கப்பட்டு மொத்தமான மாதிரித் தொடர்களை எடுத்து வைக்கின்றனர். உட்பகுதியை நில இயல் அறிஞர் ஆய்வுசெய்து பாறையின் நுண்துளைகளின் தன்மையைத் தீர்மானிக்கின்றார். உட்பகுதியை எடுப்பதற்கான செலவு மிக அதிகமாகும். ஆனால் இம்முறையினால் மட்டுமே மீட்கத் தக்க அளவைக் கண்டறியலாம்.

இயற்கை வளிமத்தின் தேக்கம் அமைந்திருப்பதற்கு ஏற்ற குறிப்புகள் தொடர்ந்து கிடைக்கும்போது நிலஇயல் அறிஞர் பல்வேறுபட்ட நில இயற்பியல் (geo-physical methods) முறைகளைப் பயன்படுத்திப் பாறை அடுக்கின் பண்புகளைத் தீர்மானிப்பார். இயற்கை வளிமத்தின் அருகில் எடுக்கப்படும் பாறையும் அதன் சூழற்பாறையும் வேறுபட்ட பண்புகளைக்கொண்டவையாய் அமைந்திருக்கும். இவ்வேறுபட்ட பண்புகளைப் பல வழிகளில் அளவிடலாம்.

தேக்கத்தில் அமைந்துள்ள புரையுடைய பாறையின் அடர்த்தி சூழ்ந்துள்ள பாறையைக் காட்டிலும் குறைவாயிருப்பதால் இப்பாறைகளின் ஒப்பீட்டுப் பொருண்மையைக் காண்பதற்காக ஒப்படர்த்தி அளவியினைப் பயன்படுத்துவது தேவையாகின்றது. மேலும் வேறுபட்ட பாறை வகைகள் வேறுபட்ட காந்தவியற் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் ஓர் அமைப்பைச் செய்யக் கூடிய பாறைகளை வேறுபடுத்திக் காட்டுவதற்காகக்காந்தமானியை அடிக்கடி பயன்படுத்துவர். நிலத் தரைப் பரப்பிற்கு அடியிலுள்ள பாறைகளின் மின் தடையும் அதன் கதிரியக்கமும் இயற்கை வளிமத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான முக்கியமான அளபுருக்கள் (parameters) ஆகும். நில நடுக்கக் கருவியால் கண்டறியும் முறைகள் செலவு மிக்கவையாய் இருப்பினும், இயற்கை வளிமத்தின் இருப்பிடத் தொலைவுக் கணிப்பு நம்பத்தக்கதாய் இருப்பதோடு பல்வேறு வகைப்பட்ட ஆய்வுக்கும் பயன்படுகிறது.

ஆய்விலிருந்து பெறப்படும் குறிப்புகள் இயற்கை வளிமம் கிடைப்பதற்கான வாய்ப்புக்களைத் தெளிவுபடுத்தும்போது வணிக அளவில் வெற்றிகரமான வளிமக் கிணற்றினைத் துளையிடுவதற்குப் பெரிய அளவில் முதலீட்டைச் செய்ய வேண்டிய துணிவு தேவையாகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக 1966 முதல் 1970 வரையில் 45645 ஆய்வுக் கிணறுகள் அமெரிக்க நாட்டில் துளையிடப்பட்டன. ஏற்கனவே வளிமம் கிடைக்கும் கிணறுகளுக்கு அருகில் அக்கிணறுகள் தோண்டப்பட்டதால் அக்கிணறுகளிலிருந்து வளிமத்தைப் பெறக்கூடிய வாய்ப்பு குறிப்பிடத்தக்க அளவிலேயே அமைந்தது. மேற்கண்ட கிணறுகளில் 7467 கிணறுகளில் மட்டுமே வளிமமோ எண்ணெயோ கிடைத்தது. அதாவது ஆறு கிணறுகளுக்கு ஒரு கிணறு மட்டுமே வெற்றியுடன் அமைந்தது. ஏற்கனவே வளிமம் அல்லது எண்ணெய் உற்பத்தி செய்யாத இடங்களில் துளையிடப்பட்ட ஆய்வுக் கிணறுகளில் 10 அல்லது 15 கிணறுகளுக்கு ஒரு கிணறுமட்டும் வெற்றிகரமாக அமைந்தது.

துளையிடுதல். முதல் சில ஆண்டுகளில் தரைக்கு அருகிலுள்ள கடினப் பாறையைக் கொண்ட ஆழமற்ற வளிமக் கிணறுகள் தோண்டுவதற்குப் பலநூற்றாண்டுகளாக நீரினைக் கண்டெடுப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட துளையிடும் கூர



படம் 2. இயற்கை வளிம வயல் சுழல்துளை முறை

மைவுகள் (drilling rigs) பயன்படுத்தப்பட்டன. இத் துளையிடும் கூரமைவுகள் கம்பிவடக் கருவிகளைக் (cable tools) கொண்டே பயன்படுத்தப்பட்டன. இக் கம்பி வடக் கருவி கூரிய முனையைக் கொண்ட பளு வான எஃகு உருளையால் ஆக்கப்பட்டதாகும். இவ் வுருளையின் ஒரு முனை எஃகு வடத்தினால் பிணைக் கப்பட்டுத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. உருளையின் அடிப்புறமுள்ள கூரிய கடினமான துண்டு தொடர்ந்து கீழே தாக்குவதால் பாறை துளையிடப்படுகிறது. கம்பி வடத்தையும் துளையிடும் கூரிய முனையைக் கொண்ட பளுவான எஃகு உருளையையும், உயர்த்தியும் தாழ்த்தியும் கொடுப்பதற்காக மேலும் கீழும் நகரக் கூடிய நெம்புகோல் அல்லது அசைவை வழங்கும் கையுள்ள எந்திரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

அமெரிக்க நாட்டின் பல பகுதிகளிலும் வேக மாகவும் ஆழமாகவும் துளையிடுவதற்காகக் கம்பி வடக் கருவிகளுக்குப் பதிலாக சுழல் கூரமைவுகள் (rotary rigs) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுழல் கூரமைவைத் தூக்குவதற்கான சுமை தூக்கு எந்திரம் (derrick) 28 முதல் 58 மீ. வரை உயரம் உடையதாக இருக்கும் (காண்க, படம் 2). சுழல் கூரமைவை சுழற்றுவதற்காக அதனுடைய எந்திரம் வட்ட வடிவத் தட்டை மேடையைத் திருப்புகின்றது. இம் மேடை குழாயுடனும், அதனைச்சேர்ந்த துளையிடு வதற்குப் பயன்படும் கயிற்றுடனும் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. துளையிடுவதற்குப் பயன்படும் கயிற் றின் ஒரு முனையில் உள்ள துளைமுளை பாறையின் வழியே துளையிடுகின்றது. துளைக்கப்படும் துளை யின் விட்டம் 10 செ.மீ. முதல் 60 செ.மீ. வரை இருக்கும். வழக்கமான துளையின் விட்ட அளவுகள் 12.5 முதல் 22 செ.மீ. வரை இருக்கும். சுழல் துளை முளையிலிருந்து வெளிப்படும் பாறையின் சிதைவுகள் துளையின் குழாய் வழியாக உட்புறமாகச் செலுத்தப் படும் தனித்தன்மையுடைய சேற்றுடன் சேர்ந்து மேலே கொண்டு வரப்படுகின்றன. கிணற்றின் மேல் கொண்டுவரப்பட்ட சேற்றினை ஒரு பள்ளத்தில் வடித்தெடுக்கின்றனர். துண்டாக்கப்பட்ட பாறைகள் அடியில் சென்று தங்கி விடுகின்றன. தூய்மைப் படுத்தப்பட்ட சேறு மறுசுழற்சிக்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. பாயும் சேறு துளையிடும் முளையின் உராய்வைக் குறைக்கப் பயன்படுகின்றது.

குறிப்பிட்ட ஒவ்வொரு வகையான பாறைக்கும் ஏற்றவாறு துளைப்பிகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. துளையிடும் துண்டிற்கு மேலமைந்துள்ள மிகப் பளு வான குழாயின் எடையின் அழுத்தம் காரணமாக துளைமுனை பாறையின் வழியாக அதனுள் செலுத் தப்படுகின்றது. இவற்றின் மொத்த எடை அள வானது 100 டன்களுக்கும் மேலானதாகும். பாறை யின் கடினத் தன்மையைச் சார்ந்து துளையிடும் கருவி ஒரு மணித்துளிக்கு 50 முதல் 300 சுழல்களைக் கொண்டிருக்கும். முடிந்த ஆழம்வரை துளைப்பி துளையிட்ட பின்னர் அவ்வாழத்தின் காரணமாகக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்ட துளையிடுவதற்காகப் பயன்படும் கயிறும் நீட்டப் பெறுவதால், அவ்வாழம் வரை குழாயையும் கிணற்றிற்குள் நீட்ட வேண்டும். துளைப்பிக் குழாய் 10 மீ நீளம் உடையதாய் இருக்கும். 10 மீ ஆழம் வரை துளையிடப்பட்டதும் துளையிடுவதை நிறுத்தி இக்கயிற்றுடன் மற்றுமொரு குழாயின் பகுதி இணைக்கப்படுகின்றது. இயற்கை வளிமப் படிவினை மூடியுள்ள பாறையின் கடைசி அடுக்கைத் துளைமுனை துளைத்து உட்செல்லும் போது வளிமம் பேராற்றல் மிக்க விசையுடன் கட்ட விழ்த்து விடப்படுகின்றது. தேக்கத்தில் வளிமம் இருக்கும்போது அவ்வளிமத்தின் அழுத்தம் மிக அதிக அளவான 720 கி.கி/சதுர செ.மீ வரை இருக்கும். எனவே, துளையிடும் பணியைச் செய்யும் பணியாட் கள் வளிமக் கிணற்றையோ (gas well) வளிம எண் ணெய்க் கிணற்றையோ (gas oil well) வெற்றி கர மாக முடித்துவிட்டதற்கு அடையாளங்கள் கிடைத்த வுடனே எச்சரிக்கையுடன் இருப்பார்கள்.

வளிமத்தைக் கட்டுப்பாட்டுடன் கொண்டு வரு வதற்காகத் துளையிடும் குழாயைச் சூழ்ந்து உயர் வலிவிக் குழாய் மேலுறையாக (casing) மூடப்பட் டிருக்கும். இக்குழாய் 50 செ.மீ. விட்டம் உடைய தாக ஒவ்வொரு குழாயும் ஒன்றுடன் ஒன்று பற்ற வைத்துப் பிணைக்கப்பட்டோ வேறுமுறையில் இணைக்கப்பட்டோ இருக்கும். இந்த மேலுறையின் அடிப்பகுதி சிமென்ட்டினால் தாங்கப்பட்டுள்ளது. மேலுறையின் தலைப்பகுதியில் பணியாளர்கள் கையாளுவதற்கான முதன்மைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் (master control valve) ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள் ளது. வளிமப்பாய்வினை வேகமாக மூடுவதற்கு இந்தக் கட்டுப்பாட்டிதழ் பயன்படுகின்றது. இந்தக் கட்டுப்பாட்டிதழ் கிருத்துமஸ் மரம் என்றழைக்கப் படும் குழாய்களாலும் இதழ்களாலும் ஆன பூட்ட மைப்பு (assembly) உள்ளது. வளிமம் திரட்டும் வழி களுக்கு இக்குழாய்களின் வழியாக வளிமம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இக்குழாய்கள் பல கிணறு களிலிருந்து வெளிப்படும் இயற்கை வளிமத்தை நக ரின் குறுக்காகச் செல்லும் குழாய் வழிகளுடன் இணைக்க எடுத்துச் சென்று வளிமத்தின் நெடுந் தொலைவுச் செலுத்தத்திற்கு வகை செய்யப்படுகின் றது. கிணற்றினை முடித்த பின்னர் மேலுறைகளி லிருந்து துளையிடும் குழாயும் கூரமைவும் இழுக்கப் பட்டு மற்ற துளையிடவேண்டிய இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

இயற்கை வளிமத்தேக்க இருப்பு. அமெரிக்க நாட் டில் உள்ள மாநிலங்களில் மதிப்பிடப்பட்டு உறுதிப் படுத்தப்பட்ட இயற்கை வளிம மொத்தத் தேக்க இருப்பு வளங்களின் அளவுகள் அட்டவணை 2 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இயற்கை வளிமத்தைத்

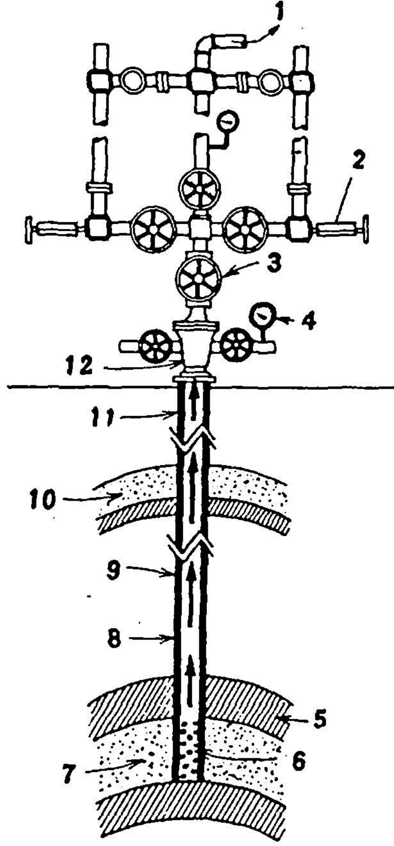
அட்டவணை 2. அமெரிக்க நாட்டு மாநிலங்களில் உள்ள, மதிப்பிடப்பட்டதும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டதுமான இயற்கை வளிமத்தின் மொத்தக் கையிருப்பு வளங்கள். (மில்லியன்கள் பருமன் அடிகளில், 14.73 psia அழுத்தத்தில், 60° வெப்ப நிலையில்)

மாநிலம்	தொடர்பில்லாத வளிமம்	தொடர்புடையதும் கரைந்துள்ளதும் ஆன வளிமம்	நிலத்தடித் தேக்க வளிமம்	மொத்தம்
அலபாமா	227,909	17,805	0	245,714
அலாஸ்க்கா	5,056,777	26,398,666	0	31,455,443
அர்கான்சாஸ்	2,258,925	163,190	33,762	2,455,877
கலிபோர்னியா	2,289,908	2,755,181	283,773	5,328,862
கொலராடோ	1,459,215	174,012	22,973	1,655,200
ஃபிளாரிடா	0	180,629	0	180,629
இலினாய்ஸ்	2,898	23,262	519,201	545,361
இண்டியானா	3,222	3,600	80,502	87,324
கான்சாஸ்	11,602,586	245,720	90,410	11,938,716
கெண்டகி	747,241	46,158	144,683	938,082
லூசியானா ஆ	61,550,914	13,247,854	172,566	74,971,334
மிச்சிகன்	293,938	385,580	617,297	1,296,815
மிசிசிபி	863,785	139,910	100,641	1,104,336
மான்ட்டனா	790,660	92,628	280,748	1,064,036
நெப்ராஸ்க்கா	16,009	7,547	25,804	50,260
நியூமெக்சிகோ	10,056,220	2,279,427	0	12,335,647
நியூயார்க்	31,512	88	107,584	139,183
வடக்கு டக்கோட்டா	10,422	431,203	0	441,625
ஓஹையோ	573,633	141,518	451,526	1,146,677
ஓல்லஹாமா	11,494,770	2,767,400	229,860	14,492,030
பென்சில்வேனியா	787,638	12,369	606,941	2,406,948
டெக்சாஸ்	70,000,290	24,903,481	138,272	95,042,053
உட்டா	561,711	450,732	1667	1,022,110
வர்ஜீனியா	35,921	0	0	35,921
மேற்கு வர்ஜீனியா	1·916,685	53,672	375,600	2,345,957
வையோமின்	3,422,904	610,830	54,904	2,088,728
பல்வேறுபட்ட மாநிலங்கள் இ	17,050	950	251,987	269,987
மொத்தம்	186,072,642	75,541,412	4,470,791	266,084,846

அ. நிலத்தடித்தேக்கத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள வளிமம் ஏற்கெனவே உள்ளதும் உட்செலுத்தப்பட்டதும் (injected) அடக்கியமொத்தம்

ஆ. கடற்கரையிலிருந்து கடலில் சிறிது தொலைவில் உள்ள தேக்கங்கள் அடக்கிய மொத்தம்

இ. இதில் அடங்குவன அரிசோனா, ஐயோவா, மாரிலாந்து, மின்னசோடா மிசௌரி, தெற்கு டக்கோடா, டென்னசி, வாஷிங்டன் ஆகியவை. தொடர்பில்லாதது என்பது தேக்கத்தின் இயற்கைப் பாறை எண்ணெயுடன் தொடர்பில்லாத கட்டற்ற இயற்கை வளிமம் ஆகும். தொடர்புடையதும் கரைந்துள்ளதுமான வளிமம் என்பது இயற்கைப் பாறை எண்ணெய்த் தேக்கங்களில் கிடைக்கும் கட்டறற களிமம்தொடர்புடைய, பாறை எண்ணெய்க் கரைசலில் சார்ந்துள்ள வளிமம் ஆகியவற்றின் ஒட்டுமொத்த இயற்கை வளிமத்தின் பருமன் அளவு ஆகும்.



படம் 3 எண்ணெய்க் கிணற்றின் மேலுள்ள முதன்மைக் கட்டுப்பாட்டிதழும் குழாயமைப்பும்

1. எண்ணெயும் வளிமமும் 2. பாய்வுக் குழை 3. முதன்மைக் கட்டுப் பாட்டிதழ் 4. அழுத்த அளவி 5. மூடு பாறை 6. திரைக் குழாய் 7. எண்ணெயும் வளிமமும், 8. குழாயமைப்பு 9. இரண்டாம் அடுக்கு மேலுறை 10. நீரும் மணலும் 11. முதலடுக்கு மேலுறை 12. குழாய்த் தலைப்பு

தரும் வயல்களிலிருந்து பல நூற்றுக்கணக்கான கிலோ மீட்டர்கள் தொலைவில் பயன்படுத்தும் இடங்களுக்கு அருகில் உள்ள நிலத்தடித் தேக்கப் பகுதிகளுக்கு அது கொண்டு செல்லப்படுகிறது.

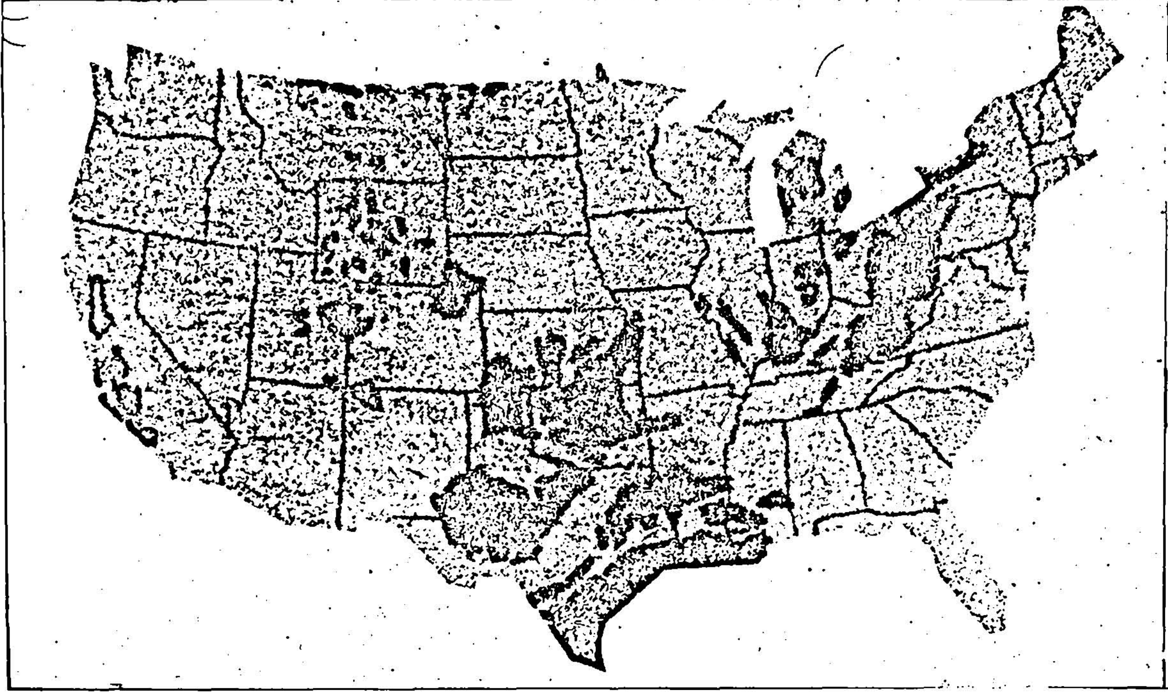
டெக்சாஸ் மாநிலம் மொத்தக் கையிருப்பு வளத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கிற்கும் மேலாகக் கொண்டுள்ளது. லூசியானா மாநிலம், மொத்த வளத்தில் நான்கில் ஒரு பங்கிற்கும் மேலாகக் கொண்டுள்ளது. அலாஸ்க்கா மாநிலம் மொத்த வளத்தில் பத்தில் ஒரு பங்கிற்கும் மேலாகக் கொண்டுள்ளது. இம் மூன்று மாநிலங்களின் கையிருப்பு வளங்களை ஒன்று சேர்க்கும்போது அமெரிக்க நாட்டின் மொத்த வளத்தில் இவை முக்கால் பங்கிற்கும் மேலாகக் கொண்டுள்ளதைக் காணலாம். இயற்கை வளிமத்தைப் பேரளவில் உற்பத்தி செய்யும் மற்ற மூன்று மாநிலங்களின் (ஒக்லஹாமா, கான்சாஸ், நியூ மெக்சிகோ) தேக்க இருப்பு வளங்களை முதலில் கூறப்பட்ட மூன்று மாநிலங்களில் தேக்க இருப்பு வளங்களுடன் சேர்க்கும்போது இந்த ஆறு மாநிலங்களின் வளங்கள் மொத்த வளத்தின் அளவில் 19 விழுக்காடாக உள்ளன. இயற்கை வளிமத்தைப்பேரளவில் உண்டாக்கும் மற்ற மூன்று மாநிலங்களான கலிபோர்னியா வையோமின் (wyoming) அர்கான்சாஸ் ஆகியவை மீதமுள்ள 9%. தேக்க இருப்பு வளத்தில் 4.5% அளவை உற்பத்தி செய்கின்றன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் இயற்கை வளிம வயல்களின் நிலவியல் பகிர்வீட்டினை (geographic distribution) நிலப்படம் 4 இல் காண்க. (இப்படத்தில் அலாஸ்கா காட்டப்படவில்லை)

படம் 4 (பக்கம் 320) அமெரிக்க நாடுகளில் அமைந்த முதன்மையான வளிம வயல்கள் ஆகும் இப்படத்தில் அலாஸ்கா காண்பிக்கப்படவில்லை. மதிப்பிடப்பட்ட தேக்க இருப்பு வளங்களில் மூன்றாவது இடத்தை அலாஸ்கா பெற்றுள்ளது.

இயற்கை வளிம வளங்களின் இறுதி மீட்பு. தேக்கப் பாறை ஆய்வியல் (reservoir litholagy) வழியாக அறுதி இயற்கை வளிம வளத்தின் மீட்பை (ultimate recovery of gas reserves) வகைப்படுத்துவதற்கு மூன்று வகையான தேக்கங்களிலிருந்து பெறப்படும் குறிப்புகளைத் தொகுக்க வேண்டும்.

மணற் பாறைத் தேக்கம் (Sand stone reservoir) இத்தேக்கத்தில் படிவுப் பாறை (sedimentary rock) அமைந்துள்ளது, இப்பாறையில் பெரிதும் குவார்ட்சின் துகள்களோ (guartz grains) கார்பனேட்டு அல்லாத கனிமப்பொருளோ (non-carbonate mineral) பாறையிலிருந்து தகர்வுற்று உருவான துண்டுத் துணுக்குகளின் திரள்பொருளோ (rock debris) இருக்கும். இந்தத் தேக்க வகையில் கெட்டியாக்கப்படாத மணல் (Un consolidated sand) மணற்பாறை (sand stone) வண்டற்கல் (Siltstone) சாம்பல் நிறமான எரிமலைப் பாறைச் சிதைவில் தோன்றிய கிரேவெக்கிக் களிமண் (gray Wacke) களிம நுண் பொடிகள் மிகுதியான ஆர்க்கோசு மணற்பாறை (arkose) நீரினால் அடித்துக் கொண்டு போகப்பட்ட கிரானைட்டுத் துகள்கள் (granite wash) உருள்திரளைகள் (conglomerate) கூர்ந்திரளை (breccia) ஆகியவை அமைந்திருக்கும்.

கார்பனேட்டுத் தேக்கம். இத்தேக்கத்தில் பெரிதும் சுண்ணாம்புக்கல்லும் (Limeshtne) டோலமைட்டு (dolomite) படிவுப் பாறையும் (sedimentary rock) அமைந்திருக்கும். மற்றத் தேக்கங்கள் இவ்வகையான தேக்கத்தில் அனற்பாறைகளும் (igneous rocks) உருமாற்றப் பாறைகளும், (metamorphic rocks) உடைந்த களிப்பாறை (fractured shale) போன்ற



படம் 4. அமெரிக்க நாடுகளில் அமைந்த முதன்மையான வளிம வயல்கள்.

சில வகையான படிவுப் பாறைகளும் (sedimentary rocks) அமைந்திருக்கும்.

இறுதியாக மீட்கப்படும் வளிம மதிப்பீடு தேங்கியிருக்கும் வளிம வகையைச் சார்ந்தது.

கட்டமைப்பைச் சார்ந்த தேக்கம் (Structural trap). இவ்வகையான ஹைட்ரோக்கார்பன்களின் இடம் பெயர்தல் நின்று விடுகின்றது. கட்டமைப்பு மாறுபாட்டினால் (structural deformation) உண்டாக்கப் பட்ட மடிப்போ (folding) அல்லது பெயர்ச்சிப்பிளவோ (faulting) ஹைட்ரோக்கார்பன்கள் இடம் பெயர்தலை நிறுத்துவதற்கு ஏற்ற அடைப்பை (closure) உண்டாக்குகின்றது, நீர்ம இயக்க விசைகளின் (hydro dynamic forces) காரணமாக ஏற்படும் தேக்கங்களை (entrapments) இவ்வகையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

அடுக்கியற் படிவினால் தோன்றும் தேக்கம் (stratigraphic trap) இத்தகைய தேக்கத்தில் ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் இடம் பெயர்தல் நின்று விடுகின்றது. இது தேக்கப்பாறையின் நெரிப்பு (pinch out) காரணமாக அமைகின்றது. தேக்கப்பாறையின் நெரிப்பிற்கு அதன் சூழல் கூறுகளின் மாற்றமும் முனை மழுக்கமும் (truncation) அல்லது படியாமையும் (non deposition) காரணமாக அமைகின்றன. இவ்வகையில் சேர்ந்த தேக்கங்களில் அடங்குவன தேக்கத்தின் சூழற் கூறுகளின் மாற்றத்தினால் தோன்றும் நெரிப்பின் காரணமாக ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் இடம் பெயர்தலுக்கான அரணை ஓரளவு வழங்குகின்றன, மேலும் கட்டமைப்புக் கூறுகள் மீதுமுள்ள அடைப்பை அவ்வடைவிற்கு வழங்குகின்றன. இந்த வகைகளில் இயற்கை வளிமக் குவிப்பிற்குத் தேக்கப் பாறையில் இரு குவிவான அமைப்பு (lenticularity) காரணமாக அமைகின்றது. தேக்க அடைவினைச் சார்ந்து ஐக்கிய அமெரிக்கநாட்டில் இயற்கை வளிம இறுதி மீட்பு மதிப்பீடு அட்டவணை 3 இல் (பக்கம் 321) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தேக்கத்தின் நிலஇயற் காலத்தை (geologic age) அடிப்படையாகக் கொண்டு இறுதி மீட்பு வளிமமதிப் பீட்டினை அட்டவணை 4 இல்(பக்கம்322)காணலாம். பெர்மோ-பென்சில்வேனிய (Permo-Pennsylvanian) கேம்பிரோ-ஆர்டோவிசிய (Cambro ordovician), நில இயற்காலத்தில் தோன்றிய தேக்கத்தின் காலத்தைத் தீர்மானிக்கும்போது சிக்கல்கள் உருவாகலாம். அதேபோன்று வேறுபட்ட நிலஇயற் காலத்தில் தோன்றிய தேக்கங்களை இணைத்து உற்பத்தி செய்யும் போதும் சிக்கல்கள் உண்டாகின்றன.

வரலாற்று அடிப்படையில் உண்மையான ஆக்க

அட்டவணை 3 அமெரிக்க நாட்டு அடைப்பு (entrapment) வகை இறுதியாக மீட்பு வளிம மதிப்பீடு
(மில்லியன் பருமன் அடிகளில், 14.73 (p. s. i. a.) அழுத்தத்தில், 60°F வெப்பநிலையில் தரப்பட்டுள்ளது)

மாநிலம்	கட்டமைப்புவகை	அடுக்கியற்படிவுவகை	மொத்தம்
அலபாமா	278,874	673	279,547
அலாஸ்க்கா	32,072,380	12,325	32,084,705
அர்கான்சாஸ்	4,168,211	915,229	5,083,440
கலிபோர்னியா[அ]	26,562,133	4,533,298	31,095,431
கொலரேடோ	2,681,146	1,136,883	3,818,029
பிளாரிடா	196,437	1,712	198,149
இலினாய்ஸ்	986,705	486,111	1,472,816
இன்டியானா	35,149	140,598	175,747
கான்சாஸ்	3,176,015	28,625,447	31,801,462
கெண்டகி	0	3,809,591	3,809,591
லூசியானா[அ]	164,563,897	10,469,880	175,033,777
மிச்சிகன்	223,796	890,198	1,113,994
மிசிசிபி	5,660,289	77,928	5,738 217
மான்டனா	1,494,428	748,888	2,243,316
நெப்ராஸ்கா	158,014	142,315	300,329
நியூமெக்சிகோ	10,785,517	24,673,548	35,459,065
நியூயார்க்	158,359	390,782	549,141
வடக்கு டக்கோட்டா	963,456	134,277	1,097,733
ஒஹையோ	0	5,638,315	5,638,315
ஒக்லஹாமா	15,210,269	38,095,127	53,305,396
பென்சில்வேனியா	2,334,718	7,142,727	9,477,445
டெக்சாஸ்[அ]	176,707,043	93,665,424	270,372,467
உட்டா (Utah)	1,059,447	947,619	2,007,066
வர்ஜீனியா	379	92,991	93,370
மேற்குவர்ஜீனியா	2,203,693	13,907,247	16,110,940
வையோமிங்	7,980,028	2,364,939	10,344,967
பல்வேறுபட்ட மாநிலங்கள்[ஆ]	68,422	15,139	83,561
மொத்த அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	459,728,805	239,059,211	698,788,016

அ. கடற்கரையிலிருந்து கடலில் சிறிது தொலைவில் உள்ள தேக்கங்களும் உள்ளடக்கியவை.

ஆ. இதில் அரிசோனா, ஐயோவா, மேரிலாண்ட் மின்ன சோடா, மிசௌரி தெற்கு டகோடா, டென்னசி வாஷிங்டன் ஆகியவை அடங்கும்.

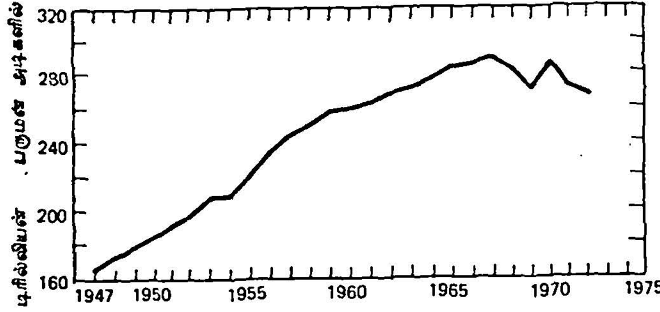
அட்டவணை 4. நிலஇயல் காலத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் அறுதியாக மீட்கக் கூடிய இயற்கை வளிமத்தின் தேக்க மதிப்பீடு.

நில இயற்காலம்	தொடர்பில்லாதது	தொடர்புடையதும் கரைந்துள்ளதும்.	மொத்தம்
புத்துயிரூழி (0 முதல் 65 மில்லியன் ஆண்டு)	234,295,888	86,493,586	320,789,474
குவார்ட்டர்னரி (0 முதல் 2 மில்லியன் ஆண்டு)	2,657,07 6	141,528	2,798,604
அண்மைக்காலம்	1,198	3,987	5,185
பிளிஸ்ட்டோசீன் (0.01 முதல் 2 மில்லியன் ஆண்டு)	2,655,878	137,541	2,793,419
டெர்ஷியரி (2 முதல் 65 மில்லியன் ஆண்டு)	231,638,812	86,352,058	317,990,870
பிளியோசின் (2 முதல் 7 மில்லியன் ஆண்டு)	11,329,096	11,097,865	22,426,961
மயோசின் (7 முதல் 26 மில்லியன் ஆண்டு)	108,592,812	34,701,315	143,294,127
ஒலிகோசின் (26 முதல் 38 மில்லியன் ஆண்டு)	73,091,159	28,746,046	101,837,205
இயோசீன் (38 முதல் 54 மில்லியன் ஆண்டு)	36,956,630	11,768,496	48.725,126
பேலியோசீன் (54 முதல் 65 மில்லியன் ஆண்டு)	1,669,115	38,336	1,705,541
இடையுயிரூழி (65 முதல் 225 மில்லியன் ஆண்டு)	74,675,803	42,930,116	117,607,919
கிரிட்டேசியஸ் (65 முதல் 135 மில்லியன் ஆண்டு)	67,516,024	14,895,501	82,411,525

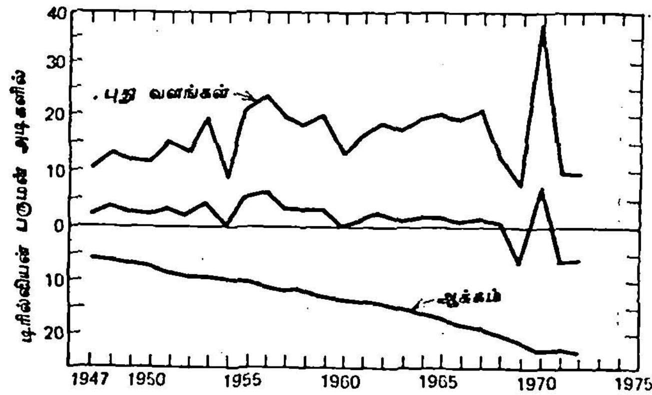
(1)	(2)	(3)	(4)
ஜுராசிக் (135 முதல் 195 மில்லியன் ஆண்டு)	7,071,041	2,022,459	9,093,500
டிரையாசிக் (195 முதல் 225 மில்லியன் ஆண்டு)	88,738	26,012,156	26,100,894
தொல்லுயிரூழி 225 முதல் 600 மில்லியன் ஆண்டு)	72,145,904	88,246,719	260,392,623
பெர்மியன் (225 முதல் 280 மில்லியன் ஆண்டு)	74,223,726	35,729,081	109,952,807
பெனிசில்வேனியன் (280 முதல் 325 மில்லியன் ஆண்டு)	36,248,066	28,423,982	64,672,048
மிசிசிப்பியன் (325 முதல் 350 மில்லியன் ஆண்டு)	14,988,821	6,622,342	21,611,163
டெவோனியன் (350 முதல் 400 மில்லியன் ஆண்டு)	25,871,718	4,292,170	30,163,888
சைலூரியன் 400 முதல் 440 மில்லியன் ஆண்டு	5,584,208	1,416,158	7,000,366
ஆர்டோவிசியன் (440 முதல் 500 மில்லியன் ஆண்டு	14,899,256	11.695,402	26,594,658
கேம்ப்ரியன் (500 முதல் 600 மில்லியன் ஆண்டு)	330,109	67,584	397,693
முன்கேம்பிரியக்காலம் (500 மில்லியன் ஆண்டுக்கு முற்பட்டது)	0	0	
மொத்தம் எல்லாக் காலங்களும்	481,117,595	217,670,421	698,788,016

தொடர்பில்லாததும் தொடர்புடையதும் கரைந்துள்ளதும் ஆன வளிமங்களுக்கான வரையறைகள் அட்டவணை 2 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

மும் (actual production) இயற்கை வளிமத்தின் கையிருப்பு வளமும் படம் 5 இலும் படம் 6 இலும் சுருங்கத் தரப்பட்டுள்ளன.



படம் 5. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் இயற்கை வளிம வளங்கள் (நூறாயிரங்கோடி பருமன் அடிகளில்)



படம் 6 அமெரிக்க நாடுகளில் தேக்கஇருப்புப் புதுவளங் களும் இயற்கை வளிமத்தின் ஆக்கமும்

தேக்கத்தில் இயற்கைப் பாறை எண்ணெயுடன் நீர்மமுற்ற இயற்கை வளிமம் (natural gas liquids) கரைசலாகவும், மற்றும் எண்ணெயின் மேல் வளிம நிலையிலும் (gaseous phase) கிடைக்கின்றது. நீர்ம நிலையில் இவற்றைப் பெற்றபின்னர் வடித்தல் முறை யிலும் (condensation) பிரிக்கும் அமைப்புகளில் உறிஞ்சும் முறையிலும் (absorption in field separators), கேசொலீன் நிலையத்திலும் தரைப்பகுதி யிலுள்ள அமைப்புகளிலும் இவை பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றன. இம்முறையில் இலேசான எண்ணெய் கள் (light oils) இயற்கைக் கேசோலீன் (natural gasoline) ஈத்தேன், புரோப்பேன், பியூட்டேன் போன்ற பெட்ரோலிய வளிமங்கள் மதிப்பு வாய்ந்த துணை விளைபொருள்களாக மீட்கப்படுகின்றன. பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கும் இடங்களிலிருந்து பெறப்படும் கேசொலீனுடன் இயற்கையில் கிடைக் கும் கேசொலீனைச் சேர்க்கின்றனர். இவ்வகையான சேர்க்கையினால் குளிர் காலங்களில் கேசொலீன் எந்திரங்களை ஓட்ட ஆரம்பித்துப்பின் அவை இயக் கும் பண்புகள் விரும்பத்தக்கவாக அமைகின்றன. ஈத்தேன் முதன்மையான பதப்படுத்தாத பெட் ரோலிய வேதிப்பொருளாகக் (petro-chemical raw material) கிடைக்கின்றது. புரோப்பேனும் பியூட் டேனும் நீர்மமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வளிம நீ.பெ.வ. ஆகக் கிடைக்கின்றன. இயற்கை வளிமத் தைச் செயல்முறைப் படுத்தும்போது நைட்ரஜன் கந்தகச் சேர்மங்கள் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீராவி ஆகிய தேவையற்ற பொருள்களைப் பிரித்துவிடலாம். சிலவளிம வயல்களில் தாழ் வெப்ப முறையைப் பயன் படுத்தி ஹீலியம் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது.

கனடாவிலுள்ள தேக்க இருப்புவளங்கள். அட்ட வணை 5இல்(பக்கம் 325)கனடாவிலுள்ள கையிருப்பு வளங்கள் தொகுப்பட்டுள்ளன.உறுதிப்படுத்தப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள் (proved reserves) என்ற சொற் றொடரினை வரையறுக்கும் போது தெரிந்த வயல்களி லிருந்து நிலஇயல், தொழில் நுட்ப ஆய்வுகளில் கிடைக்கும் குறிப்புகளின் வழியாகக் கிடைக்கும் நம்பத்தகுந்த உறுதியான மீட்கத்தக்க அளவினை யுடையதும் தற்போதுள்ள பொருளாதார நிலை யைக் கருத்தில் கொண்டு இயக்கிப் பெறக்கூடிய துமான இயற்கை வளிமம், நீர்மமுற்ற இயற்கை வளிமம் ஆகியவற்றின் மதிப்பீட்டு அளவு தெரிய வரும். கிடைக்கக்கூடிய கையிருப்பு வளங்களின் அளவுகள், வயல்களினுடைய அறுதியான அளவையை யும் தேக்கத்தின் தனிச் சிறப்புப் பண்புகளையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு வயல்களினின்றும் மீட்கத்தக்க உண்மையான மதிப்பீட்டினைக் காட்டும் எண்களாகும். கிடைக்கக்கூடிய கையிருப்பு வளங்களில் உறுதிப்படுத்தப்பட்ட கையிருப்பு வளங் களும் சேரும்.

உலகம் இயற்கை வளிமத்தின் தேக்க இருப்புகள். அமெரிக்க நாடுகள் கனடா போன்றல்லாமல், உலகில் மற்ற பகுதிகளில் கிடைக்கும் இயற்கை வளிம ஆக்கம் கையிருப்பு வளங்கள் கிடைக்கக் கூடிய வளங்கள் ஆகியவற்றின் புள்ளித் தொகுப்பு விவரம் நம்பத்தக்கவாறு அமையவில்லை. எனினும் உலகம் முழுவதும் கிடைக்கும் வளங்களின் புள்ளித்தொகுப்பு விவரங்களை அமெரிக்க நாட்டின் நிலஇயல் ஆய்வுத் துறை வெளியிட்ட அறிக்கையிலிருந்து நாம் அறிய லாம். அட்டவணை 6இல்(பக்கம்326)உலகின் கண்டங் களின் 1960 முதல் 1971 வரையிலான ஆண்டுகளுக்கு இயற்கை வளிமத்தின் ஆக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த அட்டவணையிலிருந்து இயற்கை வளிம ஆக்கத்தின் விரைவான வளர்ச்சியினை நாம் காண லாம். மேலும் 1948 ஆம் ஆண்டில் தொடங்கப் பட்ட வளிமத்தின் பயன்பாடு தொடர்ந்து இந்நாள் வரை அதிகரித்து வருவதையும் காணலாம். சோவி யத்து நாட்டின் இயற்கை வளிம உற்பத்தியின் 70% அளவு யூரல் மலைகளின் மேற்குப் பகுதியிலிருந்து கிடைக்கின்றது. அந்நாட்டின் மேற்குப் பகுதியி லிருந்து கிடைக்கும் வளிம உற்பத்தியினை ஐரோப் பிய நாடுகளிலிருந்து கிடைக்கும் வளிம உற்பத்தி யுடன் ஒன்று சேர்த்து நோக்கும்போது இந்த 120 நாடுகளில் கிடைக்கும் மொத்த வளிம அளவில் 75% வட அமெரிக்காவிலிருந்தும், சோவியத் நாட்டின் ஐரோப்பியப் பகுதியிலிருந்தும் கிடைக்கின்றது என லாம். வளிம உற்பத்தி அளவு அதன் பகிர்வு எப்படி அமையும் என்பதைக் காட்டவில்லை. அதிலும் குறிப்

அட்டவணை 5. கனடாவிலுள்ள எஞ்சியுள்ள விற்பனைக்குரிய இயற்கை வளிம வளங்கள்
(மில்லியன் பருமனடிகளில் 14.65 psia அழுத்தத்தில் 60° F வெப்பநிலையில்)

மாநிலம்	தொடர்பில்லாதது	தொடர்புடையது	கரைந்துள்ளது	தேக்கம்	மொத்தம்
உறுதிப்படுத்தப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள்					
ஆட்சிப் பிரிவுகள் (Territories)	1,336,798				1,336,798
பிரிட்டன் கொலம்பியா	8,811,490	237,699	96,374		9,145,563
அல்பர்ட்டா	33,573,277	5,096,303	2,687,380	20,809	41,377,769
சாஸ் கட்சிவன் (Sas Katchewan)	586,324	165,796	62,926	10,224	825,270
ஒன்ட்டாரியோ	179,183	—	—	69,614	248,797
மற்ற கிழக்குக் கனடா மாநிலங்கள்	1,355	230	—	—	1,585
மொத்தம் - கனடா	44,488,427	5,500,028	2,846,680	100,647	52,935,782
கிடைக்கக் கூடிய கையிருப்பு வளங்கள் (உறுதிப்படுத்தப்பட்ட கையிருப்பு வளங்களை உள்ளடக்கியது)					
ஆட்சிப் பகுதிகள்	1,744,340	—	—	—	1,744,340
பிரிட்டன் கொலம்பியா	9,127,796	252,106	99,073	—	9,478,975
அல்பர்ட்டா	39,718,144	5,152,258	3,132,602	20,809	48,023,813
சாஸ் கட்சிவன்	780,881	170,741	77,558	10,224	1,039,404
ஒன்ட்டாரியோ	189,038	—	—	69,614	258,652
மற்ற கிழக்குக் கனடா மாநிலங்களில்	1,355	230	—	—	1,585
மொத்தம் - கனடா	515,61,554	5,575,335	3,309,233	100,647	60,546,769

தொடர்பில்லாததும், தொடர்புடையதும், கரைந்துள்ளதுமான வளிமங்களின் வரையறை அட்டவணை 2இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6 ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் நிகழும் இயற்கை வளிம ஆக்கம்
(1960-1971இல் பில்லியன் பருமீட்டர்களில்)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
ஆப்பிரிக்கா	0.1	0.6	0,9	1.0	8.3	12.6	15.1	16.6	29.3	34.1	39.7	33.4
ஆசியா	79.9	96.5	115.5	136.2	154.4	178.0	202.2	221.6	253.8	273.9	314.3	333.2
ஐரோப்பா	21.4	24.3	27.4	30.5	34,3	37.9	42.6	51.9	72.8	94.9	118.8	140.1
வட அமெரிக்கா	452.0	466.8	490.4	521.1	539.8	558.0	592.0	630.9	668.3	715.2	757.3	772.0
தென் அமெரிக்கா	44.5	47.6	53.2	56.1	59.8	61.4	62.4	69.1	71.3	73.2	74.2	74.6
பசிபிக் பெருங் கடலிலும் அதற்கு அண்மையிலும் உள்ள தீவுத் தொகுதிகளும் (Oceania)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.6	2.5
மொத்தம் 120 நாடுகள்	597.9	635.8	687.4	744.9	796.6	847.9	914.3	990.1	1095.5	1191.6	1305.9	1355.7
					11,163,3	படிப்படியாகச் சேர்ந்த						
ஒப்பிடும்போது ஒன்றிய அமெரிக்க நாடுகள்	427.0 71	438.0 69	454.0 66	481.0 65	494.0 62	509.0 60	539.0 59	573.0 58	604.0 55	642,0 54	674.9 52	683.0 50

வளிம ஆக்கம் செய்யும் முதன்மையான நாடுகள்

ஆப்ரிக்கா - அல்ஜீரியா, அங்கோலா, எகிப்து, ஐக்கிய அராபியக் குடியரசு, லிபியா, நைஜீரியா, ஆசியா - ஈரான், குவாய்த், சௌதி அரேபியா, சோவியத் நாடு, ஒன்றிய அராபிய எமிரேட்டுகள், வட அமெரிக்கா - கனடா, மெக்சிகோ, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள் தென் அமெரிக்கா - அர்ஜன்ட்டீனா, சிலி, வெனிசுலா

பாக ஆசியாவும் ஆப்ரிக்காவும் பெரிய தொழிற்சாலைப் பகுதிகளுக்கு அருகில் இருக்கும்போது ஆசிய ஆப்பிரிக்க நாடுகளிலிருந்து கிடைக்கும் வளிமப் போட்டியினால் விலை குறைவாயும் கிடைக்கும்.

மிகப்பெரிய அளவில் இயற்கை வளிம உற்பத்தி பெட்ரோலிய ஆக்கத்தினைப் போன்றே அமைகின்றது. இயற்கை வளிமத்தின் இரண்டு மடங்கான ஆக்கக்கால அளவு ஆப்பிரிக்காவிற்கு இரண்டாண்டுகளாகவும் ஆசியாவிற்கு 6 ஆண்டுகளாகவும் ஐரோப்பாவிற்கு 4 ஆண்டுகளாகவும் ஓஷியானியா (பசிபிக் பெருங்கடலிலும் அதற்கு அண்மையிலுள்ள தீவுத் தொகுதி) விற்குக் கிட்டத்தட்ட இரண்டாண்டுகளாகவும் வடஅமெரிக்காவிற்கு 16 ஆண்டுகளாகவும் தென் அமெரிக்காவிற்கு 14 ஆண்டுகளாகவும் ஆகும் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. உலகில் இயற்கை வளிம ஆக்கம் இரண்டு மடங்காவதற்கான சராசரிக் கால அளவு 9 ஆண்டுகளாகும். எவ்வாறிருப்பினும் எல்லா நாடுகளிலும் இயற்கை வளிம ஆக்கம் இரண்டு மடங்காவதற்கான கால அளவு அதிகமாகும் போக்கு காணப்படுகிறது.

இயற்கை வளிமத்தை நீர்மமாக்கப்படுவதனாலும், பொருளாதாரச் சிக்கனமுள்ள போக்குவரத்து ஊர்திகளின் உருவாக்கத்தினாலும், தனித்தன்மை வாய்ந்த கப்பல்களின் (tankers) உருவாக்கத்தினாலும் இயற்கை வளிமத்தை விற்பதற்கான புதிய சந்தைகள் தோன்றியுள்ளன. போட்டியுடன் கூடிய எண்ணெய் நிலக்கரி போன்ற ஆற்றல் வளங்களின் (energy resources) விலை உயர்வினாலும், மேலும் இவற்றின் பயன்பாட்டினால் சூழ்நிலை மாசுறும் நிலை காரணமாயும் பெட்ரோலியத்தைக் காட்டிலும்

இயற்கை வளிமத் தேவை அதிவேக வீதத்தில் உயரலாயிற்று. இதன் விளைவாக தற்போது பேரளவில் உண்டாக்கப்பட்ட இயற்கை வளிமத்தை மீண்டும் அவ்வளிமக் கிணற்றிற்கே செலுத்துவதைத் தவிர்த்து இக் கூடுதல் தேவைகளை நிறைவு செய்வ தற்குப் பயன்படுத்தலாம். ஆசியாவிலும், ஆப்பிரிக்கா விலும் இயற்கை வளிம உற்பத்தியின் இலாபகரமான நிலையினை அடையலாம்.

உலகில் உள்ள மொத்தத் தேங்கிருப்பு ஒவ்வொரு நாட்டிலும் கிடைக்கும் அளவு அட்டவணை 7 இல் விழுக்காட்டில் காட்டப்பெற்றுள்ளது. மதிப்பிடப் பட்ட இயற்கை வளிம வளங்களில் காற்பங்கிற்கும் மேலாகச் சோவியத்து நாட்டில் கிடைக்கின்றது. பாதிக்கும் மேற்பட்ட இயற்கை வளிம வளங்கள் சோவியத் நாடு, அமெரிக்கா, ஈரான் ஆகிய மூன்று நாடுகளில் மட்டும் கிடைக்கின்றன. மேற்கூறப்பட்ட 3 நாடுகளுடன் அல்ஜீரியா, நெதர்லாந்து குவைத், சவுதி அரேபியா, கனடா ஆகியன சேர்ந்த 8 நாடுகளில் கிடைக்கும் மொத்த இயற்கை வளிம வளங்களில் ¾ பங்கிற்கும் மேலாகக் கிடைக்கின்றது.

அமெரிக்க நாட்டு இயற்கை வளிமத்தின் பிற்காலப் பயன்பாடு. வளிம உற்பத்திப் பகுதிகளில் பயன்படுத்தும் வளிம அளவினுடன் சேர்த்து அமெரிக்காவில் பயன் படுத்தும் மொத்த வளிம அளவு 1974ஆம் ஆண்டின் அளவான 22.8 டிரில்லியன் பருமன் அடி (1 டிரில் லியன் பருமன் அடி = நூறாயிரம் கோடி பருமன் அடி) அளவிலிருந்து 1985 ஆம் ஆண்டில் 20.6 டிரில் லியன் பருமன் அடி அளவிற்குக் குறையலாயிற்று. இந்த 11 ஆண்டுக் காலத்தில் இயற்கை வளிமப் பயன்பாட்டின் ஆண்டுக்குறைவுவீதம் 0.9% ஆயிற்று. இயற்கை வளிமப் பயன்பாட்டில் இந்த 11 ஆண்டுக்

அட்டவணை 7 இயற்கை வளிம ஆக்க நாடுகளின் மொத்தக்கையிருப்பு வளங்களின் விழுக்காடு

எண் (1)	நாடு (2)	மில்லியன பரு மீட்டர்கள் (3)	மொத்தத்தில் விழுக்காடு (4)
1	சோவியத் நாடு	15000	29.8
2	அமெரிக்கா	7895	15.6
3	ஈரான்	5700	11.3
4	அல்ஜீரியா	3000	5.9
5	நெதர்லாந்து	2350	4.6
6	குவெய்த்	1661	3.3
7	சவுதி அரேபியா	1600	3.2
8	கனடா	1570	3.1
9	நைஜீரியா	1120	2.2
10	இங்கிலாந்து	1100	2.2
11	மற்ற நாடுகள்	1066	2.1
12	லிபியா	830	1.6
13	வெனிசுலா	720	1.4
14	ஆஸ்த்திரேலியா	700	1.4
15	பாரெய்ன்	690	1.4
16	ஈராக்	600	1.2
17	பாகிஸ்த்தான்	550	1.1
18	ஜெர்மனிக் கூட்டுக்குடியரசு	390	1 க்கும் கீழ்
19	மெக்சிகோ	326	,,
20	ஒன்றிய அராபிய எமிரேட்டுகள்	316	,,

எண் (1)	நாடு (2)	மில்லியன் பரு மீட்டர்கள் (3)	மொத்தத்தில் விழுக்காடு (4)
21	நார்வே	280	1 க்கும் கீழே
22	ரொமேனியா	277	,,
23	வங்காளதேசம்	250	,,
24	குவெடார்	230	,,
25	அர்ஜென்ட்டினா	215	,,
26	மலேசியா	210	,,
27	எகிப்து (ஒ.அ.கு)	210	,,
28	அல்பேனியா	200	,,
29	ஃபிரான்சு	190	,,
30	கேபன்	180	,,
31	நியுசிலாந்து	170	,,
32	இத்தாலி	170	,,
33	இகுவடார்	170	,,
34	போலந்து	140	,,
35	ஆப்கானிஸ்த்தான்	140	,,
36	இந்தோனேசியா	130	,,
37	சீன மக்கட் குடியரசு	100	,,

அட்டவணை 8 அமெரிக்க நாட்டு இயற்கை வளிமப் பயன்பாடு
(1974-1985)

	1974இல் உண்மையான அளவு		1985இல் மதிப்பிடப்பட்ட அளவு			கூடுதல் / குறைவு	
வகை	பி.ப.அ.	மொத்தத்தில் (விழுக்காடு)	பி.ப.அ	மொத்தத்தில் (விழுக்காடு)	பி.ப.அ.	விழுக்காடு	கூட்டு வளர்ச்சி வீதம்
குடியிருப்பு	4887	23	5933	32	1046	21	1.9
வாணிகம்	2215	11	2691	15	476	21	1.9
தொழிலகம்	6445	31	4829	26	(1616)	(25)	(2.3)
மின் ஆற்றல்	3442	16	1591	9	(1851)	(54)	(4.9)
மற்றவை	3918	19	3363	18	(555)	(14)	(1.3)
மொத்தம்	20,907	100	18,407	100	(2500)		

வயலில் பயன்படுத்துவது சேர்க்கப்படவில்லை.

பி.ப.அ. — பில்லியன் பருமன் அடி

காலத்திற்கான மதிப்பிடப்பட்ட மாறுதல்கள் அட்டவணை 8 இல் (பக்கம் 328) குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. குடியிருப்புப் பகுதிகளுக்கும் வணிகப் பகுதிகளுக்கும் இயற்கை வளிமத்தின் ஆண்டு வளர்ச்சி வீதம் 1.9% அளவு உயர்ந்தும் மின் ஆற்றல் ஆக்கப் பகுதியில் மின் ஆற்றல் ஆக்க அளவு 4.9% அளவு குறைந்தும் அமையும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. இயற்கை வளிமத்தின் பெரும் பயன்பாடு குடியிருப்புப் பகுதிகளில் அமைகின்றது. குடியிருப்புகளுக்கான இயற்கை வளிமப் பயன்பாடு 1985 ஆம் ஆண்டில் 5.9 டிரில்லியன் பருமன் அடி அளவில் அமையும் என மதிப்பிடப்படுகிறது. தனித்த குடியிருப்புகளில் உள்ளவர்களும் ஓரிடத்தில் பல எண்ணிக்கையில் குடியிருப்பவர்களும் பெரிய குடியிருப்புத் தொகுதிகளில் இயற்கை வளிமப் பயன்பாட்டின் தனித்தனியான அளவிடு சாதனத்துடன் கூடிய அறை

அட்டவணை 9 அமெரிக்க நாட்டில் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் பயன்படுத்தும் இயற்கை வளிம அளவு
(1974-1985).

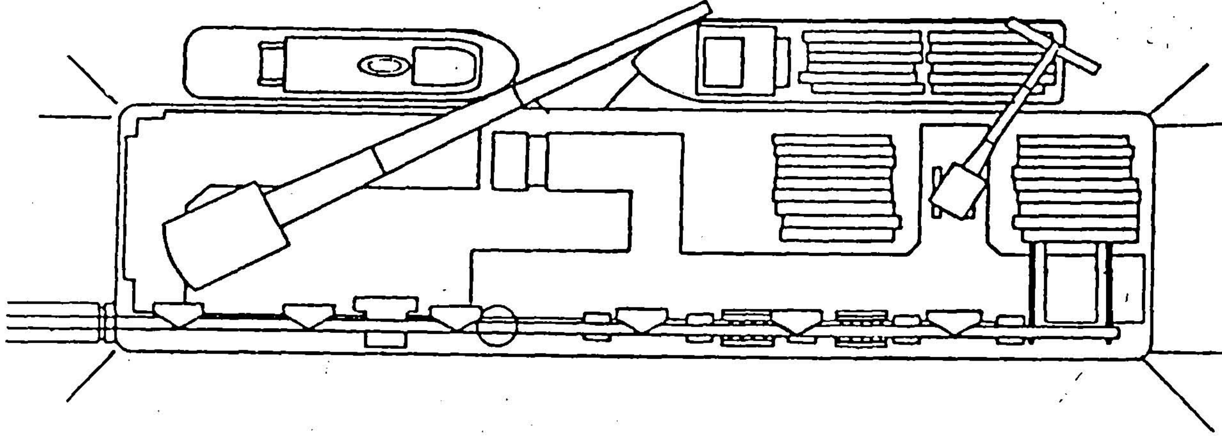
பகுதி	1974இல் உண்மையான பி.ப.அ	மொத்தத்தில் விழுக்காடு	1985இல் மதிப்பீடு பி.ப.அ	மொத்தத்தில் விழுக்காடு	11 ஆண்டு கூட்டுவளர்ச்சி
					குன்றும்வீதம்
நியூ இங்கிலாந்து (புதிய இங்கிலாந்து)	276	1.3	324	1.8	1.5
அப்பலேசியன்	3714	17.8	3787	20.6	0.2
தென் கிழக்கு	1514	7.2	971	5.3	(3.9)
பெரும் ஏரிகள்	3036	14.5	3094	16.8	0.2
வடக்குச் சமவெளிகள்	970	4.6	783	4.3	(2.0)
மத்திய-கண்டப்பகுதி	1520	7.3	1350	7.3	(1.1)
வளைகுடாக் கடற்கரை	6682	32.0	4824	26.2	(2.9)
பாறை மலைத் தொடர்	571	2.7	573	3.1	
பசிபிக் தென்மேற்கு	2224	10.7	2180	11.8	(0.2)
பசிபிக் வடமேற்கு	323	1.5	404	2.2	2.1
பசிபிக்	77	0.4	117	0.6	3.8
மொத்தம்	20,907	100.0	18,407	100.0	

வயலில் பயன்படுத்துவது சேர்க்கப்படவில்லை.

அ பி.ப.அ -பில்லியன் பருமன் அடி

பிரிவுகள்:

நியூ இங்கிலாந்து -கானக்டிக்ட், மெய்னே, மெசாசூசெட்ஸ், நியூ ஹாம்ப்ஷையர், ரோட்தீவு, வர்மான்ட்,
அப்பலேசியன் –டிலாவேர், டி.சி, கென்டகி, மேரிலாந்து, நியூஜெர்சி, நியூயார்க், ஹையோ, பென்சில்வேனியா, வர்ஜீனியா, மேற்குவர்ஜீனியா
தென்கிழக்கு –அலபாமா, பிளாரிடா, ஜார்ஜியா, வட கரோலினா, தென்கரோலினா, டென்னசி,)
பெரும் ஏரிகள் –இலினாய்ஸ், இண்டியானா, மிச்சிகன், விஸ்கான்சின்,
வடக்கு சமவெளிகள் -ஐயோவா, மின்னசோடா, நெப்ராஸ்கா, வட டக்கோட்டா, தென் டக்கோட்டா
மத்திய –கண்டப்பகுதி, கான்சாஸ், மிசெளரி, ஒக்லஹாமா,
வளைகுடாக்கடற்கரை -அர்கான்சாஸ், லூசியானா, மிசிசிபி, டெக்சாஸ்,
பாறைமலைத் தொடர் -கொலரேடோ, மான்டானா, உட்டா வையொமிங்
பசிபிக் தென மேற்கு -அரிசோனா, கலிபோர்னியா, நெவாடா, நியூ மெக்சிகோ.
பசிபிக் வட மேற்கு -இடாஹோ ஆரிகான், வாஷிங்டன்
பசிபிக்-அலாஸ்கா ஹவாய்



படம். 7. குழாய் அமைக்கும் பூட்டும் செயல்முறை

களில் வாழ்பவர்களும், மிகுந்த அளவில் இயற்கை வளிமத்தைப் பயன்படுத்துபவர்கள் ஆவார்கள். இடத்தை வெப்பமூட்டுவதும் (space heating) மற்றப் பயன்பாடுகளும் (நீரை வெப்பப்படுத்துவதற்கும் உலர்த்துவதற்கும், விரும்பிய அளவுக்கேற்றவாறு காற்றை வெப்பப்படுத்துவதற்கும் (air conditioning) இயற்கை வளிமத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

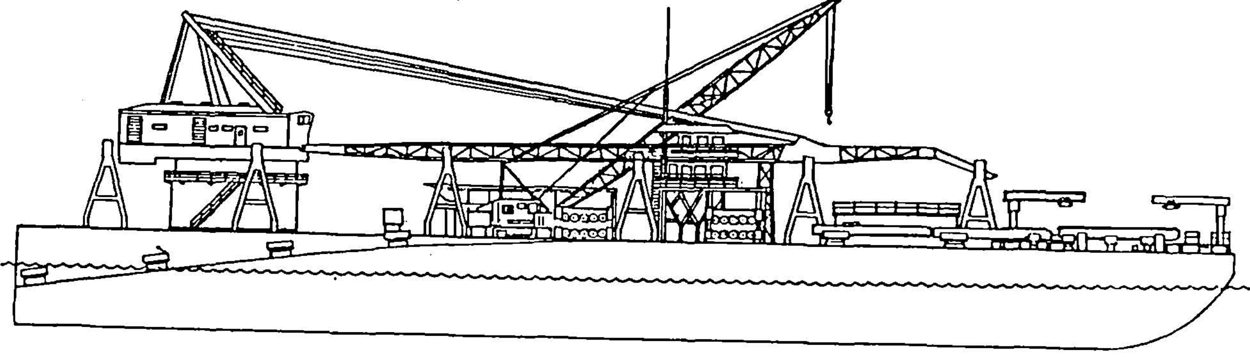
அமெரிக்கா நாடுகளில் வேறுபட்ட நிலப்பகுதி களில் உள்ள இயற்கை வளிமப்பயன்பாட்டின் மாற்றங்கள் அட்டவணை 9 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இயற்கை வளிமப் போக்குவரத்து. இயற்கை எரிவாயுவினை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வதற்கான வழி கீழ்க்கண்டவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. அவை, இயற்கை வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் தொலைவு, இயற்கை வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் நிலப்பகுதியின் நிலஇயற் பண்புகள் (நிலத்தின் மேலும் கடலுக்கடியில் குழாய் வழியாகவும் கடத்துவதையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.) இயற்கை வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் வகையுடன் தொடர்புடைய சுற்றுப்புறக் கூறுபாடுகள், கொண்டு செல்லப்படும் இயற்கை வளிமத்தின் பண்புகள், குறிப்பாக, நீர்ம நிலையில் அல்லது வளிம நிலையில் கொண்டு செல்லப் படுகின்றதா என்ற செய்தி, வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் அமைப்பைக் கட்டுவதற்கான செலவு அதனை இயக்குவதற்காகும் செலவு, வணிக வளர்ச்சி என்பனவாகும். மேலும்;இதற்குக் கட்டுப்பாடுடைய, கொண்டு செல்லும் அமைப்பைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பொருளாதாரக் கூறுபாடுகளைக் கருத்தில் கொள்ளாமல் இருப்பினும் சில சூழ்நிலைகளில் எளிதில் கையாளத் தக்கவாறு எந்திர அமைப்புகளைக் கொண்டு இயற்கை வளிமத்தை வளிம நிலையில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லலாம்.

நிலக்குழாய் வழிகள். அமெரிக்காவிலும் உலகின் மற்றப் பகுதிகளிலும் இயற்கை வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் குழாய் வழிகளின் விரிவான வரை படங்கள் பல புத்தகங்களிலும்,குறிப்பாகக் குழாய்வழித் தொழிற்சாலைகளுக்குப் பயன்படும் இதழ்களிலும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகவல்களை ஒக்லஹாமாவில் துல்சாவிலுள்ள பெட்ரோலியம் பற்றிய தகவல்களை வெளியிடும் நிறுவனத்தினால் (Petroleum Publishing Company) வெளியிடப் படும் அனைத்துலகப் பெட்ரோலியக் களஞ்சியத்திலும் (International Petroleum Encyclopaedia) நிலப்பட ஏட்டிலும் (atlas) காணலாம். குழாய் வழித் தொழிற்சாலைக்குப் பயன்படும் பல வகையான வணிகச் சங்கங்கள் குழாய் வழிப்புள்ளித் தொகுப்பினைச் (pipe line statistics) சிறப்பாக அளிக்கின்றன.

வரலாற்று அடிப்படையில் டெக்சாஸ், லூசியானா, ஒக்லஹாமா, நியூமெக்சிகோ, மேற்கு வர்ஜீனியா - ஓஹையோ-பென்சில்வேனியாப் பகுதியில் அமைந்த சில குறிப்பிடத்தக்க வயல்கள் ஆகியன இயற்கை வளிமத்தைப் பேரளவில் உண்டாக்குகின்றன. அலாஸ்காவில் புதிதாகக் கண்டெடுக்கப்படும் இயற்கை வளிமம், வளிமம் கொண்டு செல்லும் முறையையும் அதன் பங்கீட்டு அமைப்பையும் மாறுதலுக்கு உள்ளாக்கலாம்.

குழாய் வழிக்கட்டுப்பாட்டு விதிமுறைகளும் அதன் கட்டுமானமும். குழாய் வழியை அமைத்து இயக்குவதற்கு முன்னர் இயற்கை வளிமக் குழாய் வழியில் கொண்டு செல்லும் கட்டமைப்பை உருவாக்கும் நிறுவனங்கள், சட்ட வரம்பு பாதுகாப்பு இவற்றை நிறைவு செய்ய



படம். 8. குழாய் அமைக்கும் கலம்

வேண்டும். மேலும் அத்தகைய கட்டுமான இயக்கத்திற்கு அந்நிறுவனத்தின் பொருளாதாரம் உகந்ததாயும் இருக்க வேண்டும். நிறுவனங்களும்அவற்றின் வாடிக்கையாளர்களும், அரசு வற்புறுத்தும் சில தேவைகளை நிறைவு செய்ய வேண்டும். நிலத்தடியில் கிடைக்கும் வளிமத்தின் அளவிற்கு ஒரு குழாய் வழியே போதுமானதாக அமையும்போது, உற்பத்திப் பகுதியில் இயற்கை வளிமத்தைப் பெறுவதற்குப் பல குழாய்வழிகளைக் கட்டுவது தேவையற்றதாகும் ஓரிருவழிகளைக் கொண்டு நிறைவாக இயற்கை வளிமத்தை ஒரு நகரத்திற்கு வழங்குவதற்குப் பதிலாகப் பல வழிகளைக் கட்டுவது பொருளாதார வகையில் சிக்கனமுடையதாக இராது.

வான்வழி ஆய்விற்குப் பின்னர் தரை வழியாகக் கவனமாக ஆய்வு செய்யவேண்டும். வல்லுநர்கள் தானியங்கி ஊர்திகளிலும் நடந்து சென்று அமைக்கும் வழியின் ஒவ்வொரு கிலோமீட்டரையும் ஆய்வு செய்கின்றனர். விரிவான பதிவுக் குறிப்புகள் வைத்திருப்பதால் கட்டுமானப் பணியாளர்கள் தரையின் மேற்பரப்பிலுள்ள நிலத்தின் தன்மையையும் குழாய் அமையும் குழியின் நிலத்தினுடைய தன்மையையும் முன்கூட்டியே அறிவார்கள். தரையின் மேற்பரப்பில் செய்த ஆய்வின் பயனாகக் குழாய் வழிச் செல்லும் பாதையில் சில மாற்றங்களையே செய்து வான் வழியில் எடுக்கப்பட்ட நிழற்படங்களில் காணப் படாமல்தரையில் கண்டறிந்த இடையூறுகளையும் தவிர்ப்பார்கள்.

அடுத்ததாகக் குழாய் வழிச் செல்லும் பாதைக்கான உரிமையை வாங்குவார்கள். இதனால் அந்நிறுவனம் பல நூறு அல்லது ஆயிரக் கணக்கான கி.மீ தளம் உள்ள நிலத்தினை விலை கொடுத்துவாங்குவார்கள் எனக் கருதலாகாது. அந்நிறுவனம் நிலச்சொந்தக்காரர்களுக்கு வழக்கமாக 100 அடி அகலமுள்ள இடைவழி நிலத்தைப் பயன்படுத்துவதற்காக ஒரு குறிப்பிட்ட தொகையை வழங்குவர். மேற்குறிப்பிட்ட 100 அடி அகலமான பாதை கட்டுமானத்திற்காகவும், குழாயைப் புதைப்பதற்காகவும், பற்ற வைப்புச் சாதனத்தைப் (welding equipment) பயன்படுத்துவதற்காகவும் தேவையாகின்றது.

வளிமத்தைக் கொண்டு செல்வதற்காக நிறுவப்பட்டுள்ள குழாய் வழிகள் பெரும்பான்மையாக 35 முதல் 75 செ.மீ வரை விட்டம் உடையவை. வழக்கமான அளவுகள் 50 இலிருந்து 90 செ.மீ வரையிலிருக்கும். ஆனால் அதிக விட்டமுடைய குழாய்வழிகளை 105 செ.மீ.க்கும் மேலாக அமைப்பதில் வன்மையான போக்குக்காணப்பெறுகின்றது. குழாய்கள் உயர்வலிமையுடைய 1 முதல் 2.5 செ.மீ. தடிப்புடைய தகடுகளால் உருவாக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு குழாய்ப் பகுதியும் வழக்கமாகக் குறைந்தது 13 மீட்டர் நீளமுடையதாய் இருக்கும். 20 மீட்டர் முதல் 27 மீட்டர் வரை நீளமுடைய குழாய்ப் பகுதிகளும் உள்ளன. இக்குழாய்கள் வேலை செய்யும் இடங்களுக்குப் பெரும்பாலும் உந்து வண்டிகளில் கொண்டு வரப் படுகின்றன. உந்து வண்டிகளிலிருந்து இக்குழாய்களைத் தனித் தன்மைவாய்ந்த வண்டிகள் வழியாக, உரிமை பெற்ற வழிநெடுகிலும் கொண்டு செல்வர். இதனால் கட்டுமானப் பணியாளர்கள் வேலை செய்வதற்கு வசதியாக நிறுவ வேண்டிய இடத்திற்கு அருகிலேயே இக்குழாய்களைக் காண்பர். உந்து வண்டிகளில்கொண்டு செல்ல இயலாத இடங்களுக்குச் சில நேரங்களில் திருகுவானூர்தி (helicopter) மூலமாகக் குழாய்களைக் கொண்டு செல்வார்கள். இந்நீண்ட தூரக் குழாய் வழிக்காகக் கொண்டு செல்லப்படும் எஃகுக் குழாய்களின் மொத்த எடை அளவு வியப்

பிற்குரியது. எடுத்துக்காட்டாக 75 செ.மீ. விட்டமும், 1.25 செ.மீ. அங்குல சுவர்த்தடிப்புமுடைய குழாயின் எடை 1 கி.மீ. நீளத்திற்கு 250 டன்களுக்கும் மேலாக இருக்கும்.

நெடுந்தொலைவுக் குழாய் வழிகளைக் கட்டும் போது, குழாய்வழி நிறுவனம் வழக்கமாகப் பல கட்டுமான ஒப்பந்தக் காரர்களைப் பயன்படுத்தும். வழியின் மொத்த நீளத்தைப் பல பகுதிகளாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு பகுதியிலும் வேலை செய்வதற்காகத் தனித்தனியான சாதனங்களுடன் பணியாளர்களை அனுப்புவார்கள். வழக்கமாக ஒவ்வொரு பணியாளர் தொகுதியும் 150 கி.மீ. வரை வேலை செய்ய அனுப்பப்படும். குறிப்பாக உறைய வைக்கும் வெப்பநிலையோ மழையோ சேறோ வேலை செய்யும் இடங்களில் குறுக்கிடும்போது இக்கட்டுமான வேலையைப் பிரித்துக் கொடுப்பதால் கட்டுமானப் பணி முழுவதையும் வேகமாகச் செய்ய வகை செய்யலாம்.

பல எந்திரங்கள் பள்ளத்தைத் தோண்டியும் குழாய்ப் பகுதிகளைப் பற்ற வைத்தும் அரிப்பைத் தடுத்துப் பாதுகாப்புக்கு பூச்சுக்களைப் பூசியும் அக்குழாய்களை இறக்கியும் இறுதியாக அப்பள்ளத்தை மண்ணால் மூடியும் பல வேலைகளைச் செய்கின்றன. தோண்டும் பள்ளமானது வழக்கமாக 1 மீ ஆழமோ அதற்கு மேலாகவோ அமையும். இந்த ஆழத்தில் குழாய்களை அமைப்பதால் நிலத்தை உழும்போதும், நிலத்தை அகழ்தெந்தெடுக்கும் தனத்தினால் நிலம் அகழ்ந்தெடுக்கப்படும்போதும் இக்குழாய்களுக்கு ஊறு ஏதும் ஏற்படுவதில்லை. குழாயின் அளவைச் சார்ந்து இப்பள்ளத்தின் அகலம் 6 செ.மீ. இலிருந்து 120 செ.மீ. வரையிலோ அல்லது அதற்கு மேலாகவோ அமையும்.

பற்றுவைப்பவர்களின் குழுக்கள் குழாய்ப் பகுதிகளைப் பற்றவைத்து அவற்றைத் தொடர்ந்த குழாயாக ஆக்குவர். மிகப் புதுமுறைப் பற்றுவைப்புத்தொழில் நுட்பங்களில் தானியங்கிப் பற்றுவைப்பு எந்திரங்கள் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. பற்றுவைப்புகளை ஆய்வு செய்வதற்காகஎக்ஸ் கதிர்ச் சாதனங்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. குழாயின் பல பகுதிகளை ஒன்றாகப் பற்றுவைத்த பின்னர் இத்தொடர்க் குழாய்வைப் பள்ளத்தில் பக்கச் சட்ட இழுவை எந்திரங்கள் (side boom tractors) வழியாக மெதுவாக இறக்குவர். இந்த இயந்திரங்கள் பாரந்தூக்கும் பொறிகளைக் (cranes or derricks) கொண்டு ஒரு பக்கத்தில் சாய்வினை ஏற்படுத்திக் குழாயை மேலெடுத்து இழுவை எந்திரத்திலிருந்து பல மீட்டர் தொலைவு வரையில் பள்ளத்தில் இறக்க வகை செய்கின்றன. எஃகு அலைகளிலிருந்து வாங்கப்பட்ட குழாய்களுக்கு ஏற்கனவே பூச்சும் உறையும் (coating and wrapping) இருக்கும். குழாய்களுக்குப் பூசப்படும் தடித்த பூச்சானது நிலக்கீலினாலோ (coal tar) புகைக் கீல் பொருளாலோ (asphaltic material) ஆக்கப் பெற்றுத் தடித்த காகிதத்தாலோ கண்ணாடி நாரினாலோ (fibre glass) மூடப் பெற்றிருக்கும். பாதுகாப்பிற்காகப் பூசப்படும் பூச்சும் உறையும் குழாய் துருப் பிடிக்காதிருப்பதற்காகத் தேவையாகின்றன, பூச்சுக்கள் இல்லாத குழாயைப் பயன்படுத்தும்போது தனித்தன்மை வாய்ந்த எந்திரங்களைக் கொண்டு இக்குழாய்களுக்குப் பூச்சினையும், உறையையும் அளிதது்ப் பின்னர் பள்ளத்தில் இறக்கப்படுகின்றன.

பூச்சுவிடுபட்ட மறைந்துள்ள இடங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்காகத் தனித்தன்மை வாய்ந்ததொரு சாதனத்தைப் பயன்படுத்துவார்கள். இதற்கு விடுப்புக் கண்டறியும் கருவி என்று பெயர் (holiday detector). பூசப்பட்டு உறை போடப்பெற்ற குழாயின் மீது இரும்புப் பட்டை ஒன்றைச் சுற்றி அதன் வழியாக மின்சாரம் செலுத்தப்படுகிறது. பூச்சு விடுபட்ட,மறைந்துள்ள இடங்கள் இருந்தால் இக்கருவி அதனை இயக்குபவருக்குத் தெரிவிக்கின்றது. இந்நிலை பணியாளர்களுக்குத் தெரிவிக்கப்பட்டவுடன் பணியாளர்கள் விடுபட்ட இடங்களில் பூச்சும் உறையும் போடுவார்கள்.

குழாய் வழிகள் முழுவதும் நேர்கோட்டில் அமையாததால் குழாயை வளையச் செய்யும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்திக் குழாயினைக் குத்து நிலையிலும், கிடைநிலையிலும் அல்லது இவ்விரு நிலைகளிலும் வளைப்பார்கள். குழாய்வழி ஆற்றின் வழியாகக் கொண்டு செல்ல நேரிடும்போது ஒப்பந்தக்காரர் ஆற்றுப்படுக்கையில் ஆழமான பள்ளத்தை அடி அகழ்வு எந்திரத்தைக் கொண்டோ மற்ற முறையிலோ தோண்டுவார்கள். இப்பள்ளத்தில் குழாயை அமைத்த பின்னர் அதனைச் சுற்றிப் பளுவான பொருளை வைத்து அதன் மேல் கற்காரை உறையினை அமைப்பார்கள். இவ்வாறு அமைப்பதனால் இக்குழாய்கள் வெள்ளத்தின்போது அடித்துச் செல்லப்படுவதில்லை. ஆற்றின் குறுக்கே பாலம் அமையும்போது பாலத்தின் எஃகுக் கட்டுமானச் சட்டங்களின் அடிப்பகுதியில் இக்குழாய் வழி தொங்கவிடப்படுகின்றது சில இடங்களில் ஆற்றின் குறுக்கே குழாயினைக் கொண்டு செல்லத் தனித்த தொரு பாலத்தைக் கட்டுவது தேவையாகின்றது. நெடுஞ்சாலை அல்லது இருப்புப் பாதையின் குறுக்காகக் குழாய்வழி அமையும்போது கட்டமைப்பின் அடியில் சுரங்க வழி அமைத்து அதன் வழியாகக் கொண்டு செல்லவேண்டும். பெருந்துரப்பணங்களைக் கொண்டு (giant auger) பாதையின் அடியில் பெரிய விட்ட அளவுடைய குழாய் செல்வதற்கேற்றவாறு சுரங்க வழியை உண்டாக்கி அதன் வழியாக முதன்மைக் குழாய்வழியைக் கொண்டு செல்வர்.

நெடுந்தொலைவுக் குழாய்வழிகளில் வளிம அழுத்தம் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 5000 பவுண்டுகளாக இருக்கும். வழக்கமான குழாய் வழியில் 1000 psia அழுத்தம் இருக்கும். உராய்வு இழப்புக்களை ஈடு செய்வதற்காக வளிமத்தை அழுத்தும் நிலையங்களிலிருந்து வளிம அழுத்தம் உயர்த்தப்படுகின்றது. இந் நிலையங்கள் குழாய்வழிப் பாதையில் ஒவ்வொரு 80 முதல் 160 கி.மீ. இடைவெளியில் அமைந்திருக்கும். இயற்கை வளிமக் குழாய் வழியில் ஒரு மணிக்கு 24 கி.மீ. நேர்கோட்டு வேகத்தில் செல்லும். இவ்வாறு வளிம மூலக்கூறுகள் 1000 கி.மீ. தொலைவைக் கடந்து செல்ல இரண்டு நாள்களாகும்.

வெள்ளத்தினாலும் நில அதிர்ச்சியினாலும் அல்லது வேறு எந்த ஒரு விபரீதத்தினாலும் குழாய் வழியில் எதிர்பாராத உடைப்பு ஏற்படும்போது இவ் வளிமப் பாய்வினை முழுவதுமாகத் துண்டிப்பதற்கோ அல்லது வளிம உள் அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கோ குழாய்வழி நெடுகிலும் கட்டுப்பாட்டிதழ்களைக் கொண்டும், கட்டுப்படுத்தும் கருவிகளைக் கொண்டும் திறந்தோ மூடியோ தேவையான கட்டுப்பாட்டினைச் செய்யலாம். பணியாட்கள் அவ்விடங்களைச் சென்றடைவதற்கு முன்னரே நுண்ணலை வானொலியைக் (microwave radio) கொண்டு கட்டுப்பாட்டிதழ்களையும் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகளையும் இயக்கலாம். வளிமத்தைப் பயன்படுத்தும் இடங்களுக்கு அருகில் உள்ள வளிம அழுத்தக் குறைப்பு நிலையங்கள் நகர் கதவுகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த நிலையங்களில் முதன்மைக் குழாய்வழியில் செல்லும் வளிம அளவு அளக்கப்படுவதுடன் அதன் அழுத்தமும் குறைக்கப்படுகின்றது.

1966-1970 ஆம் ஆண்டுகளில் கூட்டு ஆற்றல்குழு 5.5 பில்லியன் டாலர் (1$=ரூ 12.00) மதிப்பீட்டுச் செலவில் 27541 மைல்களுக்கான குழாய் வழியைக் கட்டுவதற்கு ஆணை வழங்கி 1366 சான்றிதழ்களையும் வழங்கியது. இந்த ஆண்டுகளில் ஒரு கி.மீ.கான சராசரி செலவு 120,000 டாலர் ஆகும். மக்கள் அதிகமாகக் குடியிருக்கும் பகுதிகள் வழியாகக் குழாய் வழியைக் கொண்டு செல்லும்போது ஏற்கெனவே உள்ள நிலத்தடிக் கட்டமைப்புக்களைத் தவிர்க்க வேண்டும். இவ்விடங்களில் ஆகும் செலவு 1 கி.மீக்கு 0.6 மில்லியனும் அதற்கு மேலும் ஆகும்.

நிலத்தடித்தேக்கம். பெருமத் தேவைகளின்போது இயற்கைவளிமப்பேரளவுக் கூடுதல் வழங்கல் நிலத்தடித் தேக்கங்களிலிருந்து கிடைக்கின்றது. சில தேக்கங்களைக் குழாய் வழி நிறுவனங்கள் இயக்குகின்றன. ஆனால் நகர்ப்பகுதிகளுக்கு இவ்வளிமத்தை வழங்கும் நிறுவனங்களே இந்நிலத்தடித் தேக்கத்தில் உள்ள வளிமங்களுக்கும் உரிமையாளர்களாகின்றனர்.

குழாய் வழியிலிருந்து வழங்கப்படும் எல்லா வளிம எரிபொருள்களையும் பயன்படுத்தாதபோது அதிகமாக வழங்கப்பெறும் வளிமங்களை கோடை காலத்தில் நிலத்தடித் தேக்கத்தில் நிரப்புவார்கள். இத்தேக்கமுறை ஆண்டின் எல்லா பருவங்களிலும் வளிமத்தை உண்டாக்கும் கிணறுகளும் குழாய் வழிகளும் நிலைத்த வீதத்தில் இயங்குவதற்கு வகை செய்கின்றது. மேலும் ஒரு வளிம வயலிலிருந்து எடுக்கப்படும் வளிமம் நிலையான வேகத்தில் (steady rate) எடுக்கப்படும்போது அவ்வளிம வயல், பேரளவு வளிமத்தை நீண்டகாலத்திற்கு வழங்கும் என உறுதி செய்யப்படுகிறது.

பல மாநிலங்களிலுள்ள நிலத்தடித் தேக்கங்களின் கொள்ளளவுகள் அட்டவணை 2இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. அமெரிக்க நாட்டில் தற்போது பயன்படும் மொத்த நிலத்தடித் தேக்கக் கொள்ளளவுகளில் பாதியளவு மிச்சிகன், பென்சில்வேனியா, இலினாய்ஸ், ஒஹையோ ஆகிய நான்கு மாநிலங்களில் உள்ளது. 1971 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் அமெரிக்க நாட்டில் நிலத்தடியில் வளிமத்தைத் தேக்கும் தேக்கங்கள் 325 இருந்தன. இவற்றின் மொத்தக் கொள்ளளவு 5.2 டிரில்லியன் பருமன் அடியாகும்.

ஓர் ஆண்டில் கடுங்குளிர் காற்று வீசியபோது 36 மில்லியன் வீடுகட்கும் அறைகட்கும் வெப்பமூட்டுவதற்காகக் கூடுதல் வளிமத் தேவையினை நிறைவு செய்வதற்கு இக்கொள்ளளவில் நான்கில் ஒரு பங்கு பயன்படுத்தப்பட்டது.

ஏற்கனவே வளிமத்தையோ அல்லது எண்ணெயையோ உண்டாக்கிப் பின்னர் கைவிடப்பட்ட வயலில் வளிமத்தைத் தேக்கி வைக்கும் முறை நிலத்தடித் தேக்கமாகும். இத்தகைய வயலில் எஞ்சியிருக்கும் எண்ணெய் அல்லது வளிமம் மிகச் சிறிதளவாக இருப்பதாலும் அதன் அழுத்தமும் மிகக்குறைவாக இருப்பதாலும் அவ்வயல்களிலிருந்து தொடர்ந்து உற்பத்தி செய்வது இயலாது. இத்தகையதேக்கப்பாறையிலுள்ள கிணறுகள் வழியாக இவ்வளிமத்தை எக்கி (pump) மூலம் உட்செலுத்தி இத் தேக்கப்பாறையில் வளிமத்தைத்தேக்கி வைக்கலாம். இத்தேக்கத்திலுள்ள கிணறுகளிலிருந்துதான் முன்னொரு காலத்தில் வளிமம் எடுக்கப்பட்டது. இப்போது பயன்படுத்தப்படும் 325 தேக்கங்களில் 279 தேக்கங்கள் முன்னொரு காலத்தில் எண்ணெயோ வளிமமோ உற்பத்தி செய்தவை.

பென்சில்வேனியாவிற்குப் பொது உரிமையாக மக்கட் குடியிருப்புகட்கு இடையிலும் பெரிய தொழிற்சாலைகட்கு அருகிலும் 65 தேக்கங்கள் உள்ளன. அத்தகைய தேக்கங்கள் மேற்கு வர்ஜீனியாவில் 33ம் மிச்சிகனில் 29ம் ஓஹையோவில் 21ம் கான்சாசில் 16ம், இண்டியானா, நியூயார்க் கெண்டகி ஒவ்வொன்றிலும் 15ம் உள்ளன. மீதமுள்ள தேக்கங்கள் மற்ற 13 மாநிலங்களில் உள்ளன.

குழாய் வழியாக வளிமத்தைச் செலுத்துவதற்கு எவ்வாறு அமுக்கிகள் பயன்படுகின்றனவோ அவ்வாறே அமுக்கிகளைக் கொண்டு பழைய கிணறுகளில் இவ்வளிமம் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றது. வயலில் முன்னர் இருந்த வளிம அழுத்த அளவிற்குச் சற்றுக் குறைவான அல்லதுஅதற்குச் சமமான அழுத்தத்திலேயே இவ்வளிமமும் அதில் தேக்கி வைக்கப் படுகின்றது.வளிம உற்பத்தி செய்பவர்கள் எவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்துக்கு அனுபவ உரிமைய ளிக்கும் ஒப்பந்தக் கட்டுப்பாட்டு முறையை நிலச் சொந்தக்காரர்களிடமிருந்து பெறுகின்றனரோ அவ்வாறே வளிமத் தேக்கம் செய்யும் நிறுவனமும் வளிமத் தேக்கங்களை உருவாக்குவதற்கு முன்னர் நிலச் சொந்தக்காரர்களிடமிருந்து அனுபவ உரிமையைப் பெறுகின்றது.

50 ஆண்டுகட்கும் மேலாக வளிமத் தொழிற்சாலை நிலத்தடித் தேக்கங்களை உருவாக்கி வருகின்றது. நிலத்தடியில் வளிமத்தைத் தேக்கி வைக்கும் முதல் சோதனை 1915ஆம் ஆண்டு கனடாவில் ஒன்ட்டாரியோவில் வெல்லாந்து மாவட்டத்தில் (Welland County) தேசிய எரிபொருள் வளிம நிறுவனத்தினால் (National Fuel Gas Company) செய்யப் பட்டது. இம்முயற்சி அளித்த வெற்றியின் பயனாக 1916ஆம் ஆண்டு தேசிய எரிபொருள் கழகத்தின் துணை நிறுவனமான இரோக்குவாய்ஸ் வளிமக் கழகம் (Iro Quois Gas Corporation) நியூயார்க்கில் பஃப்லோ (Buffalo) விற்குத் தெற்கே வளிமத்தைப் புகுத்தி வைப்பதற்கான வயலை உருவாக்குவதற்கு முயற்சி செய்தது. அமெரிக்க நாட்டில் இதுவே முதன் முதலாகத் தேக்கம் செய்வதற்கான முயற்சியாக அமைந்தது. மேலும் இத் தேக்கமே மிகப் பழமையானதாகவும் தொடர்ந்து பயன்படுவதாகவும் உள்ளது.

கடந்த அரை நூற்றாண்டுக் காலத்தில் 81 நிறுவனங்கள் நிலத்தடித் தேக்க அமைப்புக்களுக்காக 2 பில்லியன் முதலீடு செய்துள்ளன. 1971ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் கூடுதலாக 16 நிலத்தடித் தேக்கங்கள் உருவாக்கப்பட்டு வந்தன. இதனால் ஏற்கனவே இருந்த மொத்தக் கொள்ளளவில் 484 பில்லியன் பருமன்அடி கொள்ளளவு கூடுதலாக்கப்பட்டது.

மற்றொரு விதமான நிலத்தடி வளிமத் தேக்கமானது நீர்ப்படுகையில் (aquifer) அமையும் தேக்கமாகும். பெரிய அளவில் நீரைக் கொள்ளும் நிலத்தடிப்பாறைக் கட்டமைப்புநீர்ப்படுகையென அழைக்கப்படுகின்றது. நிலத்தடிப் பாறையானது நுண் துளைகளைக் கொண்டதாயும் ஊடுருவும் தன்மையுடையதாகவும் இருக்கும். நுண் துளையுள்ள இடைவெளிகளில் நீர் நிரப்பப் பெற்று நுண்துளைப்பாறையின் மேல் ஊடுருவும் தன்மையில்லாத பாறையால் (impermeable rock) மூடப் பெற்றுள்ளது. அத்தகைய அமைப்புகளில் கிணறுகள் துளையிடப்பட்டு இந் நுண்துளைகளில் அழுத்தத்தில் வளிமத்தை உட் செலுத்துவார்கள். வளிம அழுத்தம் அதிகமாகும் போது, வளிமம் நீரினை நுண்துளைப் பாறைகளுக் கடியில் அழுத்தி வளிமத்தின் இடத்தை எடுத்துக் கொள்கின்றது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் அத்தகைய நீர்ப் படுகைகள் 44 உள்ளன. 19 இலினாய்சிலும் 11 இண்டியானாவிலும் 6 ஐயோவாவிலும் (Iowa) 4 செண்டகியிலும் உள்ளன.மற்றப்படுகைகள்மின்ன சோட்டாவிலும் (Minnesota) சௌரியிலும் (Missouri) உட்டாவிலும் (Utah) வாஷிங்டனிலும் உள்ளன. வழக்கத்திற்கு மாறுபட்ட தேக்கங்களும் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. அவையாவன; கொலடேரோவிலுள்ள நிலக்கரிச் சுரங்கமும், மிச்சிகனிலும், மிசிசிபியிலுமுள்ள உப்புக் குவிமட்டங்களும் (salt domes) ஆகும்.

வளிமம் கொண்டு செல்லும் கடற் குழாய்வழிகள். எண்ணெயைக் கொண்டு செல்வதற்காகக் கடலடியில் குழாய் வழிகளை அமைத்துக் கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தும் தொழில் நுட்பத்தில் சில மாறுதல்களைச் செய்து வளிமத்தைச் செலுத்தும் கடலடிக்குழாய் வழிகளை அமைக்கலாம். கடற்குழாய் வழிகளை ஆற்று நீர் அடியிலும் சதுப்பு நிலத்திலும் கடலடியிலும் அமைக்கலாம். ஆனால் கடலுக்கடியில் மிக்க ஆழத்தில் குழாய் வழி அமைப்பது கடந்த சில ஆண்டுகளாக பெருமுயற்சியாக மேற்கொள்ளப் பெற்றுள்ளது. அதிக ஆழத்தில் குழாய் வழி அமைக்கும் போக்கும் கடினமான சூழ்நிலைகளில் குழாய் வழி அமைப்பதற்கான கட்டுமானப் பணிசெய்வதும் இயற்கையாகவே கடற் கரையிலிருந்து சிறிய தொலைவில் வளிமத்தையும் எண்ணெயையும், கண்டெடுப்பதற்கான விரிவான முயற்சியைத் தூண்டின. கடலுக்கடியில் எண்ணெய் வளிமம் கண்டெடுப்பதற்கான ஆய்வு இரண்டாம் உலகப் போருக்குப்பின் அதிக ஆவலுடன் தொடங்கப்பட்டது. இந்த ஆய்வு விரைவாக விரிந்து கொண்டிருக்கிறது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் சுற்றுப்புறத் தூய்மை காரணமாக இவ்வேகத்தின் அளவினைச் சிறிதளவு குறைக்க நேர்ந்தாலும் உலகின் மற்றப் பகுதிகளில் இவ்வேக வீதம் விரைவாகவே உள்ளது. சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் கடலில் எவ்வெவ்விடங்களில் நடைமுறையடிப்படையில் எண்ணெயும் வளிமத்தையும் எடுப்பதற்குச் செலவு மிக்கதெனக்கருதப்பட்டதோ அவ்வபகுதிகளுக்கு எண்ணெய் நிறுவனங்கள் உலகின் ஆற்றல் தேவையின் காரணமாகச் சென்று எண்ணெயும் வளிமமும் எடுக்க முற்பட்டுள்ளன. நீரினடியில் 130 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும் குழாய் வழிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. மேலும் அக்குழாய் வழிகள் கடலிலுள்ள எண்ணெய் வயலிலிருந்து கடற்கரைக்கு 320 கி.மீ. நீளம் வரையிலும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

இத்தகைய நீண்ட வழிகள் நடுமையவழிகளாக (major trunk lines) அமைந்து வளிமத்தையும் எண்ணெயையும் நிலத்தின் எல்லைமுனைக்குக் கொண்டு வருகின்றன. கடலிலுள்ள வயலிலிருந்து வெளிப்படும் மற்றக் குழாய்வழிகள் துளைபோடும் மேடைகளை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைப்பதற்குத் தேவையாகின்றன. அல்லது மேடைகளை அச்குழாய் வழிகள் இணைத்த பின்னர் எண்ணெய் அல்லதுவளிமத்தைக் கொண்டு செல்வதற்கான கப்பல் தங்கும் இடங்களைச் (sea berths) சென்றடைகின்றன,

குழாய் வழியின் அளவும் எண்ணெய்வயலின் விளைபொருள்களை இடம் பெயரவைத்து நகர்த்துவதற்குத் தேவையான செலுத்தும் அமைப்பு, அழுத்தும் அமைப்பு ஆகியவற்றின் வடிவமைப்பும் தானியங்கி வடிவமைப்பும், மற்றுமுள்ள அரிப்புக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளும் குழாய் வழி நிலத்திலோ அல்லது கடலிலோ அமைந்துள்ளதைக் கருத்தில் கொள்ளாமல் ஒன்றாகவே அமைகின்றன. நிலத்திலும் கடலிலும் அமைந்த குழாய் வழிகளுக்கிடையிலுள்ள வடிவமைப்பு வேற்றுமையின் இருபெரும் பகுதிகளாகக் கீழக்காண்பவை அமைகின்றன.

கடலடியில் குழாய்களைக் கொண்டு குழாய் வழி அமைப்பதற்கு உட்படுத்தப்பட வேண்டிய அழுத்தமும் அதனாலும் நீரோட்டங்களாலும் உண்டாக்கப்பட்ட விசைகளுக்கு இக்குழாய் வழிகள் உட்படுத்தப்படும் போதும் இவை நிலையாக அவற்றின் இடத்திலேயே இருக்க வேண்டியது அவசியமாகும்.

கடலடியில் குழாயின் நிலைத்தன்மைக்கான பிரச்சினை கருத்தளவில் எளிமையான தன்மையினால் நிலைத்தன்மைக்கான பிரச்சினை சிக்கலுடையதாகவே உள்ளது, குழாய்களுக்கும் குழாய்ப்பூச்சு அமைப்பிற்கும் போதிய பளுவைக் கொடுத்து மிதக்கும் விசைக்கு(buoyancy)எதிராக நிகரக் கீழ்நோக்கிய விசையை (net downward force) வழங்குவது இதன் அடிப்படையாகும். குழாய்,அதன் மேற்பூச்சு ஆகிய வற்றால் உண்டாகும் விசையானது மிதக்கும் விசைக்கு எதிரான விசையை உண்டாக்குவதாய் இருக்க வேண்டும். அத்தகைய வடிவமைப்பினால் மட்டுமே ஒப்பந்தக்காரர் பாதுகாப்பான கட்டுமானத்தைக் கட்டி முடிக்க இயலும்.

கடலடிக்குழாய் வழிக் கட்டுமானத்தில் பயன்படுத்தும் மிக வழக்கமான முறையில் ஒரு மிதவைக் கப்பலைப் பயன்படுத்தி அதில் குழாய்கள் கிடைநிலையாக ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்படுகின்றது. ஏற்கனவே முடிக்கப்பட்ட பகுதியுடன் கூடுதலான பகுதிகளோ இணைப்புகளோ சேர்க்கப்படுகின்றன. பின்னர் அக்கப்பல் முடிவுற்ற குழாய் வழியிலிருந்து நகர்ந்து முன்பக்கமாகச் செல்லும். இக்குழாய்வழி, கப்பலின் பின்புறமாக நீட்டப்பட்டுக் கடலடியில் சென்றடைகின்றது. இக்குழாய்களைக் கடலில் இறக்கும்போது வழியில் ஒரு பகுதி வரை கட்டுமானத்திற்கு உதவியாக இருக்கும் தட்டைப் படகுகளால் (pontoons) அவை தாங்கப்படுகின்றன. இத்தட்டைப் படகுகள் அகலங்குறைந்த கட்டமைப்புக்களைக் கொண்டு கப்பலின் ஒரு முனையில் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். இத்தட்டைப் படகுகள் கட்டுப்படுத்தக் கூடிய மிதக்கும் விசைக்கு ஏற்றவாறு சட்டப் பட்டுள்ளதால் நீர்ப்பரப்பிற்குமேலே சரியான நிலையில் மிதப்பதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்து குழாய் வழியைக் கடலில் இறக்கும்போது தாங்கியாகப் பயன்படுகின்றன.

ஆழம் குறைந்த நீரில் தட்டைப் படகின் முனையிலிருந்து கடலடிக்குச் சாதாரண தூலம் (simple beam) போன்று குழாய் வழி இறக்கப்படுகின்றது. நீரின் ஆழம் அதிகமாகும்போது படகில் இச்குழாய்களுக்கு இழுப்பு விசையைக் (tension) கூடுதலாக வழங்குவது தேவையாகின்றது, இதன் காரணமாகக் குழாய் வழி சாதாரணத்தொலைவு நிலையிலிருந்து இழுப்பு விசையுடைய தூலத்திற்கான நிலையினை அடைந்து பகுப்பாய்வு பிரச்சினைகளை மாறுதலடையச் செய்கின்றது. இத்தகைய ஆய்வில் குழாயின் எடை, குழாய்ச் சுவரின் தடிப்பு, எஃகு வகைக்குழாய்க்கு வழங்கப்பட்டஇழுப்புவிசை, தட்டைப்படகினால் வழங்கப்பட்ட குழாயின்இழுப்பு விசையின்வடிவமைப்புக்குழாய்-தட்டைப் படகு வடிவமைப்பு,கடலடியில் குழாய் முனைநிலை ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இந்த வேலைக் கட்டத்தில் குழாய்க்கு, மிதக்கும் விசைக்கு எதிரான விசையை (negative buoyancy) வழங்குவதன் அவசியம் நன்கு புலனாகும். குழாய் மிகவும் பளுவாக அமையும் போது குழாயின் அழுத்தம் உயர்ந்ததாகவும், தட்டைப் படகு நீளமானதாயும் அல்லது சிக்கல் மிகுந்த அமைப்பைக் கொண்டதாயும், மேலும் இழுப்பு விசை அதிக அளவில் தேவைப்படுவதாயும் இருக்கும். நவீன முறையில் மிகுந்த அளவில் அமைக்கப்படும் படகுகள் நீண்ட பெருவழிகளை அமைக்கும் திறம் படைத்துள்ளன. பெரும்பாலான திட்டங்களில் படகு-வகை சேர்ந்த கலங்கள் (barge-type vessels) குழாய்ப் பகுதிகளை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக இணைத்துக் கடலில் செலுத்தக்கூடியவாறு கட்டப்பட்டுள்ளன. இக்கலங்களின் அளவு எல்லைகள் 130 மீ × 30 மீ × 10 மீ ஆகும். இக் கலங்களில் வேலை செய்பவர்கள் 200 பேர். இப்படகுகள் முழுவதும் தன்னிறைவு கொண்ட கட்டுமான வசதி படைத்துள்ளன. படகின் வழியாகக் குழாய் வழியை அமைப்பதற்கான ஏற்பாட்டினைப் படம் 7இல் காணலாம். வழங்கும் படகுகள் (supply boats) அல்லது குழாய்களை இழுக்கும் கலங்கள் (pipe-haul vessels) துறைமுகப் பகுதியில் ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைக்கப்படுகின்றன. குழாய் வழி

அமைக்கும் படகின் தளத்திலுள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பாரந்தூக்கிப் பொறிகள் குழாயினை மேலே தூக்கி ஒவ்வொரு குழாய் இணைப்புப் பகுதியையும் தேக்கி வைக்கும் தாங்கு சட்டத்தில் (storage rack) வைக்கின்றன. தேக்கி வைக்கும் சட்டத்திலிருந்து பாரந்தூக்கிப் பொறியினால் குழாய் தூக்கி எடுக்கப்பட்டு அக்குழாயைக் கொண்டு செல்லும் கருவியில் வைக்கப்படுகின்றது. கொண்டுசெல்லும் இக் கருவி குழாய்களை வரிசைப் படுத்தும் நிலையத்திற்கு அனுப்புகின்றது. இந் நிலையத்தில் ஒவ்வோர் இணைப்பும் குழாய் வழியுடன் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. குழாய்கள் வெப்ப முறையில் பற்றுவைத்துப் பிணைக்கப்படுகின்றன. இதே நேரத்தில் தளத்திலுள்ள மற்ற அடுத்தடுத்த நிலையங்களில் கூடுதல் பற்றுவைப்புப் பிணைப்புகள் செய்யப்பட்டுச் சரிபார்க்கப்படுகின்றன. முடிக்கப் பட்ட பற்றுவைப்புப் பிணைப்புகளில் அழிப்புறாச் சோதனைகள் (non-destructive testing) செய்யப் பட்டு வயலுக்கான குழாய் இணைப்புகள் நிறுவப் படுகின்றன. குழாயின் ஒவ்வொரு பகுதியையும் சேர்க்கும்போது ஒரு குழாய்ப் பகுதியின் நீளம் வரையில் படகு முன்னோக்கிச் சென்று தளத்தி லிருந்து கடற்படுகைக்குக் குழாய் வழி நகர்த்தப் படுகின்றது.

வழக்கமான நடைமுறையில் குழாயமைக்கும் கலங்கள் மூன்று அடிப்படை அமைப்புகளைக் கொண்டனவாக உள்ளன. அவை படகு வகைக் கட்டுமானம் (hull), கப்பல் வடிவக்கட்டுமானம்,பாதி அமிழ் கலம் என்பனவாகும். படகு வகையான கட்டுமானம் (படம் 8), பொருளாதார வகையில் சிக்கனமானதாகையாலும், எளிமையான அமைப் பைக் கொண்டுள்ளதாலும், தளத்திலுள்ள பளுவான பொருள்களையும் குழாய்களையும் தூக்குவதற்கான இடத்தையும் நிலைப்புத் தன்மையை வழங்கும் திறத்தையும் கொண்டுள்ளதாலும் ஆழமற்ற இடங் களில் இழுத்துச் செல்வதற்கு ஏற்றதாய் அமைந் துள்ளதாலும், கரையோரங்களில் வேலை செய் வதற்கு ஏற்றதாய் உள்ளது. இதனைப் பயன் படுத்துவதற்குப் பாதகமாக இருப்பது கடல்நிலைக் கேற்ப இது தன் இயல்பை மாற்றும் தன்மையாகும். குறிப்பாக 2 மீ முதல் 5 மீ வரையிலான அலைகளின் உருட்டக் கூடிய தன்மையும் அலை எழுச்சி இயக்கங் களும் குழாய் அமைக்கும் வேலைகளைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. அலையின் திசையையும் அவற்றின் காலங்களையும் சார்ந்து வேலைகள் நிறுத்தப் படுகின்றன.

ஒவ்வொரு குழாய் இணைப்பையும் உருவாக்கிக் கடலில் கொண்டுசெல்லும்போதும் படகினை அந்த அளவு நீளத்திற்கு முன்னோக்கிச் செலுத்தவேண்டும். இவ்வாறு செல்லும் எல்லையைத் தாண்டிப் படகு நகராமல் இருக்கவும், முன்னோக்கிச் சென்றபின்னர் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு எல்லைகட்குள் அதை நிறுத்திவைப்பதற்கும் குழாய் வழியை அமைக்கும் படகின் நங்கூர அமைப்பு மிகவும் முக்கியமான வேலையைச் செய்கிறது. குழாய் வழி அமைக்கும் படகின் நங்கூர அமைப் பானது துளையிடும் கலங்கள் கட்டுமானப் படகுகள் போன்ற கலங்களிலுள்ள நங்கூர அமைப்புகளைப் போன்றல்லாமல், முதலில் கூறப்பட்ட செயல்களைத் திறம்படச் செய்வதற்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப் பட்டுள்ளது. நங்கூரச் சங்கிலிகள் கொத்து நங்கூரங் கள் அடுக்கு நங்கூரங்கள் அல்லது கடலினுள் துளையிடும் நங்கூரங்கள் அல்லது மற்ற எந்த வகை நங்கூர அமைப்பும் ஒரு கலத்தை துறைமுகத்தில் நிறுத்திவைக்க மட்டுமே பயன்படத் தக்கது. ஆனால் படகைத்தொடர்ந்து நகரவொட்டாமல் தடுக்கக் கூடியவை குழாய் வழி அமைக்கும் படகின் நங்கூர அமைப்பில் அடங்கப் பெறா. குழாய் வழி அமைக்கும் படகில் நங்கூரங்கள் ஆறிலிருந்து 41 வரையில் இருக்கும். கடுமையான சூழ்நிலைகளில் வேலை செய்வதற்குக் குறைந்தது எட்டு நங்கூரங் களாவது தேவை. இந்த நிலையிலும் கூட ஒரு நங்கூரத்தை மேலே தூக்கும்போது படகின் நிலை யினை அதே இடத்தில் இருத்தி வைப்பதற்கு நீராவிப் படகின் (tug) உதவி தேவையாகின்றது; வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் நங்கூரத்தின் எடை 40,000 பவுண்டுகள் வரை இருக்கும். மேலும் அதில் பயன்படுத்தும் கம்பியின் விட்ட அளவு 9 செ. மீ. வரையிலும் இருக்கும். குழாய் வழி அமைக்கும் வேலையைத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் எல்லாக் குழாய்களும் பூசப்பட்டுச் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். பெரியதொரு தளத் தினைக் கொண்ட சரக்குப் படகினால் குழாய் வழியை அமைக்கும் பட்கிற்குக் (lay barge) குழாய் கள் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. 50 மீ × 15 மீ அளவுடைய படகு 0.8 மீ விட்டமுடைய 140 இணைப்புக் குழாய்களைக் குழாய் வழி அமைக்கும் படகிற்குக் கொண்டு செல்லும். குழாய் வழி அமைக் கும் படகிற்கு ஒரு நாள் வேலைக்காக மட்டுமே இப் படகு வழங்கும். மிகக் கடினமான சூழ்நிலையில் இத் தகைய சரக்குப் படகுகளைப் பயன்படுத்துவது முடி யாது. எனவே அதற்குப் பதிலாகக் குழாய்களைக் கொண்டு செல்லும் படகுகளைப் பயன்படுத்துவது தேவையாகின்றது. இந்தக் குழாய்களைக் கொண்டு செல்லும் படகுகள் 60 மீ நீளம் உள்ளவை. 0.8 மீ விட்டமுடைய 35 இலிருந்து 40 வரையில் இணைப்புக் குழாய்களைக் கொண்டு செல்லக் கூடி யவையாய் இப்படகுகள் உள்ளன. இவைகூட, குழாய் வழி அமைக்கும் படகின் 5 மணி நேர வேலைக்குத் தேவையான அளவே உள்ளன. குழாய் வழி அமைக்கும் படகில் இந்த அளவுள்ள 90 குழாய்

களைத் தேக்கி வைக்க முடியுமாதலால் தேவைக் கேற்பச் குழாய்களைக் கொடுப்பது முக்கிய கூறாக (logistics) உள்ளது. கடினமான கடல் சூழ் நிலைகளில் சாதனங்களைப் பரவலாக்கப் பெரிய கப்பல் தொகுதி, குழாய் வழி அமைச்கும் படகிற்குத் துணையாக இருப்பது தேவை. நெடுந்தொலைவு வடகடல் நீரில் வேலை செய்யும்போது கப்பல் தொகுதிகளாக நங்கூரம் பாய்ச்சி இழுக்கும் நீராவிப் படகுகள் இரண்டும், துணையாக இருப்பதற்கு இழுக்கக் கூடிய நீராவிப் படகு ஒன்றும், குழாய் களைக் கொடுப்பதற்கான படகு ஒன்றும், குழா யைக் கொண்டு செல்லும் படகுகள் பத்தும் வேண்டும்.

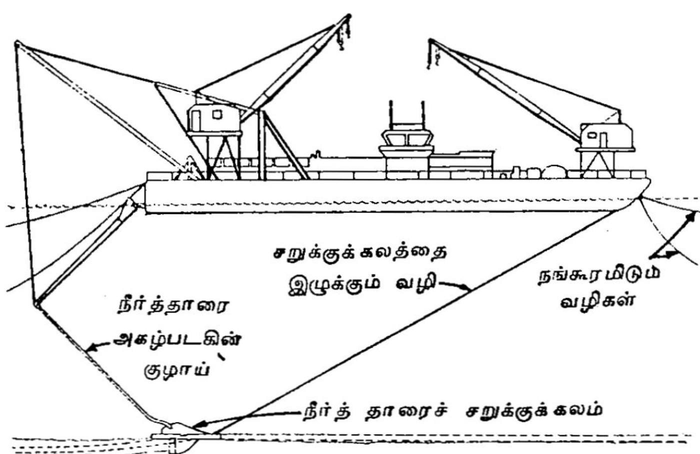
கடலில் குழாய்வழியைக் கட்டுவதற்கான முடிவை மேற்கொண்ட பின்னர் வேலையின் முதற் கட்டமாகக்குழாய்களை வாங்கவேண்டும். குழாய்கள் அமையும் இடங்களின் அழுத்தத்தைச் சார்ந்து குழா யின் தடிப்பும் அதன் தரமும் அமைவதால் இவற்றை உடனே தீர்மானிக்க வேண்டும். குழாய்ப்பூச்சுப் பூசும் முற்றங்களுக்குக் குழாய்கள் அனுப்பப்பட வேண்டும். இவ்விடத்தில் பாதுகாப்புப் பூச்சும், எடையைக் கூடுதலாக்குவதற்கான பூச்சும் குழாய் களுக்கு அளிக்கப்படும். நிலவழியில் குழாய்களுக்கு எத்தகையதொரு காப்புப்பூச்சு அளிக்கப்பட்டதோ அதே வகையான காப்புப் பூச்சு, கடல் வழிக்குழாய் களுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வழக்கமாக முதற் பூச்சாக நிலக்கரிக்கீல், எனாமல் ஆகியவை பூசப் பெறுகின்றன. சுற்றிப் போர்த்தும் பொருள் கள் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

குழாய்க்குப் பளுவை வழங்குவதற்காகப் பூச்சில் (weight coating) மிகவும் வழக்கமான முறையாக உள்ளது தாக்குதல் முறை (impact method) யாகும். இம்முறையில் குழாயைச் சுழலவைதது உலர்கலவை கற்காரையைக் (dry-mix concerete) குழாயை நோக்கி அதிக வேகத்துடன் செலுத்த வேண்டும். கம்பியால் சூழப்பட்ட குழாயில் இக்கற் காரைக் கலவை நன்கு இறுகப் பிடித்துக் கொள்கி றது. இந்தக் கற்காரையின் அடர்த்தி ஒரு பருமன் அடிக்கு 135 முதல் 210 பவுண்டுகள் வரை இருக்க லாம். வேண்டிய அளவு கற்காரைத் தடிப்பு,கிடைத் தவுடன் இக்குழாய்கள் நீரில் பதப்படுத்தும் முற்றத் திற்கு (curing yard) மிகவும் கவனமாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டு இப்பூச்சுக்கு வலிமையூட்டப்படுகின் றது. இம்முற்றத்திலிருந்து குறைந்தது ஐந்து நாள் கள் வரையில் குழாய்களை நகர்த்துவதில்லை. குழாய் தளத்தில் உள்ள பற்றுவைக்கும் நிலையங்க ளின் எண்ணிக்கை.குழாய் வழி அமைக்கும் வீதத் தினைச் சார்ந்து அமைகின்றது. தன்னியக்கப் பற்று வைக்கும் சாதனத்தில்(automatic welding equipment) 2 செ.மீ. குழாய்கள் 5 இடங்களில் பற்றுவைப்பதற்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பற்று வைக்கும் மின்முனைகளின் காப்பிடப்பட்ட மின்கம்பிகளுடன் கட்டுப்பாட்டினையும் கொண்டு பற்றுவைக்கும் நிலையங்கள் அமைகின்றன. மற்றும் வேறு எங்கா வது பயன்படுத்தும்(எடுத்துக்காட்டாகக் கீழ்த் தளங் களில் வைத்துப் பயன்படுத்தும்) பற்றுவைக்கும் இயந்திரங்கள் செய்யும் வேலையைத் கருவிகளைக் கொண்டும் ஒவ்வொருபற்று வைக்கும் நிலையமும் அமைந்துள்ளது. வளிம உலோக வில் பற்றுவைப்பு அமைப்பினைப் (gas metal arc welding system) பயன்படுத்தும்போது கார்பன் டை-ஆக்சைடு போன்ற காப்பிட வேண்டிய வளிமத்தினை அளிப்பதற்கும் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் அதன் வழங்கலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் (monitoring) வழிவகைகள் செய்யப்பட்டிருக்க வேண்டும். கடலடி யில குழாயை வைத்த பின்னர் பழுது ஏதும் ஏற்பட் டால் அதனைச் சரிபார்ப்பதற்கு அதிக அளவில் செலவு உண்டாவதால், குழாய் வழி அமைக்கும் பட கில் குழாய்களை இணைக்கும் பற்றுவைப்புகள் கேடு றாதவாறு அமைந்துள்ளனவா என்பதை உறுதி செய்ய வேண்டும். குழாய்களின் நீளம் முழுவதிலும் பற்றுவைக்கப்பட்ட இடத்தின் சுற்றளவுமுழுவதிலும் கதிர் வீச்சு ஒளிப்படவியல் முறையைப் பயன்படுத்தி சரிபார்ப்பது வழக்கமாகும். கதிர்வீச்சு ஒளிப்பட வியல் முறைக்கான சாதனத்தில் X கதிர் அல்லது காமாக்(γ) கதிர்கள் குழாயின் வெளிப்புறமாகவோ உட்புறமாகவோ பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கடலின் ஆழமான பகுதிகளில் வேலை செய்யும் போது ஆழ்கடல்ல் மூழ்குபவர்களின் பணிமுக்கியத் துவம் பெறுகின்றது.50மீட்டருக்கும் மேற்பட்ட கடல் ஆழத்தில் அதிக வேலை செய்ய நேரும்போது நிறைவு செறிந்த மூழ்குதல் (saturation diving) கையாளப் பட வேண்டும். இவ்வகையான மூழ்குதலில் மூழ்கு பவர் உண்மையாக நிறைவு செறிதலை அடைக்கின் றார்கள். அதாவது அவரது உடல் அமைப்பு,கடலில் வேலை செய்யும் இடத்திலுள்ள நீரின் அழுத்த அள விற்கே மூழ்கும் அறையில் ஆட்படுத்தப்படுகின்றது. கள். இந்த அழுத்தங்களில் தனித்தன்மை வாய்ந்த கலவைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடலடியில் மூழ்குபவர்கள் படகின்தளத்தில் அமைந்துள்ள அழுத்த மூட்டிய அறையில் இருப்பார்கள். இவர்கள் கடலடிக்கு மூழ்கு கூண்டில் செலுத்தப்படுவார்கள். ஒரு மூழ்கும் குழுவில் 50 பேர்கள் வரையில் தனித் தன்மை வாய்ந்த அழுத்த அறைகளில் இருப் பார்கள்.

கடலடிக்குழாய் வழிகளைக் கடலடியிலுள்ள தரையின் கீழ்ப் பள்ளங்களில் இறக்குவார்கள்-இத்த கைய அமைப்பினால் மிகவும் கடினமான கடல் சூழ் நிலைகளிலும் இழுத்துச் செல்லப்படும் நங்கூரங்களி ருந்தும் மீன் பிடிக்கும் போதும் இக்குழாய் வழிகள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. கடலடித் தரையில் அமைக்

கப்படும் இத்தகைய பள்ளங்களில் அமையும் குழாய்களின் மேலிருந்து 1மீ வரை கடலடியின் தரை அமையுமாறு குழாய்கள் பதிக்கப்படுகின்றன. கடற்கரையை நெருங்கும் இடங்களிலும் கப்பல்கள் செல்வதற்கான வரையறை செய்யப்பட்ட கடற்பாதைகளிலும் மேடையைச் சூழ்ந்த இடங்களிலும் குழாய்களைக் கடலடித் தரையின் கீழ், பத்தடி ஆழத்தில் பதிப்பார்கள். கடலடித் தரையில் பள்ளம் தோண்டும் வேலையினைச் செய்வதற்குத் தனித்தன்மை வாய்ந்த வடிவமைப்புடைய நீர்த்தாரை உறிஞ்சுதல் முறையைக் கையாளும் கடலடி அகழ் படகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது (காண்க படம் 9). கடலடியகழ்வுப் படகு அல்லது புதைபடகில் உயர் திறன் கொண்ட எக்கி அமைந்திருக்கும். இந்த எக்கிகள் உயர் அழுத்த நீர்த்தாரையினைச் சறுக்குக் கலத்தில் செலுத்திக் கடலடித் தரையில் துளையிடுகின்றன. படகு நங்கூர அமைப்பினால் குழாய் நீளத்தில் இச்சறுக்குக் கலத்தை இழுக்கும் போது அதிலுள்ள நீர்த்தாரைக் குழாய் மூக்குக்குழல் (jet nozzles) குழாய்க்கு அடியிலிருக்கும் கடலடித் தரையை ஆழமாக்கும். இதில் கிடைக்கும் நீர்த்தாரை நீர்மப் பொருட் கலவையினை (jet slurry) அகழ்படகிலுள்ள உயர்பருமன் அளவு எக்கியின் (high volume dredge pump) வழியாகக் குழாய் வழியின் பக்கங்களில் வெளியேற்றி இக் குழாய் வழியைப் புதைக்கப்பட்ட நிலையில் படிய வைக்கின்றது. குழாய் நீளத்தில் இச்சறுக்குக் கலத்தை இழுக்கும் போது சறுக்குக் கலத்தை இயக்கும் உருளைகளில் (sled rolled guides) பொருத்தப்பட்டுள்ள



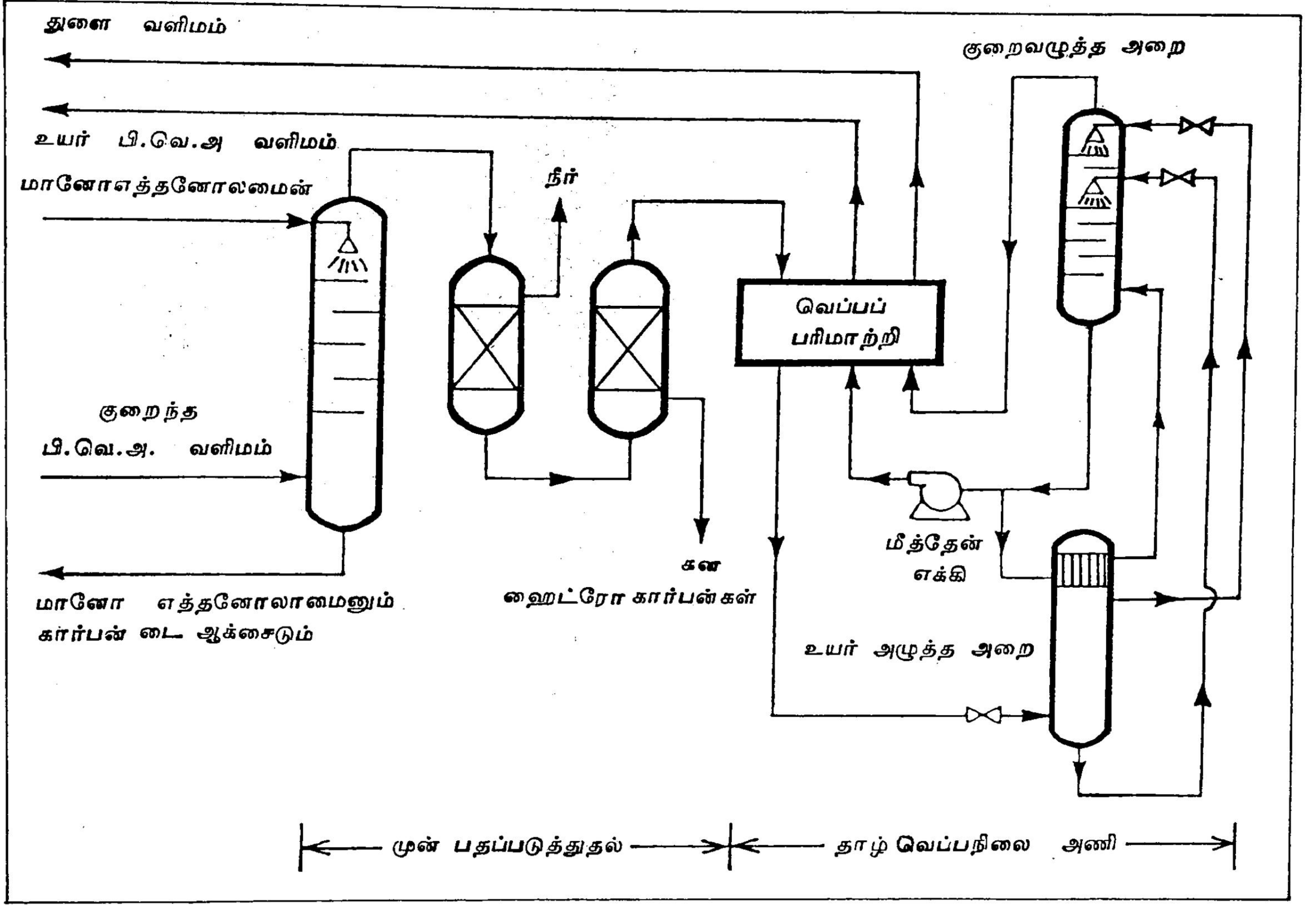
படம் 9. குழாய் வழி அமைப்பதற்காகக் கடலடியில் பள்ளம் தோண்டும் இயக்கத்தைச் செய்யும் நீர்த்தாரை உறிஞ்சுதல் முறையைக் கையாளும் அகழ்படகு

அழுத்தத்தை உணரும்உறுப்புக் கூறுகள் (pressure sensing cells) இவ்வழியில் செலுத்தப்படும் அழுத்தத்தின் அளவைக் காண்பிக்கும். இவ்வாறாகப் படிய வைத்தலின் அளவை அவை காட்டுகின்றன. மேலும் இவ்வழி நீளத்தில் சறுக்குக் கலம் நகரும் வீதத்தை அதனை இயக்குபவர் கட்டுப்படுத்தவும் இவை பயன்படுகின்றன. குழாய் சரியாக மூடப்பட்டுள்ளதா என்பதையும், இவ்வேலையின் மற்ற இயல்புகளும் சரியாக உள்ளனவா என்பதையும், ஆய்வுசெய்ய ஆழ்கடல் மூழ்குபவர்களைப் பயன்படுத்துவார்கள்.

குறைந்த பிரிட்டன் வெப்ப அலகுடைய (பி.வெ.அ) இயற்கை வளிமங்களைத் தாழ் வெப்பநிலைமுறையில் தரமுயர்த்துதல். உலகம் முழுமையிலும் இயற்கை வளிம வளம் மிகுந்த அளவில் உள்ளது. இவ்வியற்கை வளிமத் தேக்க அமைப்புகளில் உள்ள ஹைட்ரோக்கார்பன்களுடன் எரியாத கூறுகள் சேர்ந்து மாசுபட்டிருக்கும். வளிமக் கலவையில் ஹீலியம், நைட்ரஜன் அல்லது கார்பன்டைஆக்சைடு ஆகியவை கலந்திருந்தால் அதன் வெப்ப மதிப்பு குறைகின்றது. இது காரணமாக, செலுத்தப் பகிர்வு அமைப்புக்களில் (transmission and distribution systems) இவ்வளிமத்தைச் செலுத்துவது பொருத்தமற்றதாக உள்ளது. இத்தகைய மாசுபடுத்தப்பட்ட கலவைகளின் வெப்ப மதிப்புகள் தேவையான குறைந்த தரங்களுக்கும், கட்டுப்பாட்டு விதி முறைகளுக்கும் அல்லது ஒப்பந்த வெப்ப மதிப்புத் தேவைகளுக்கும் (contract heating value requirement) கீழ் அமையும் போது அவை குறைந்த பி.வெ.அ. உடைய வளிமங்கள் எனக் கூறப்படுகின்றன.

இந்தக் குறைந்த பி.வெ.அ. வளிமங்களில் சிலவற்றின் வெப்ப மதிப்பை உயர்த்தி ஏற்கக் கூடிய உயர் பி.வெ.அ. பொருளாக உண்டாக்குவதற்கு தாழ்வெப்ப நிலைமுறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்தத் தாழ் வெப்பநிலை முறை ஓர் இயற்பியல் முறையாகும். இம்முறையில் குறைந்த சுற்றுப்புற வெப்பநிலையைப் (sub ambient temperature) பயன்படுத்திக் கலவையிலுள்ள ஹைட்ரோக் கார்பன்களையும் ஹைட்ரோக் கார்பன் அல்லாதவற்றையும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கின்றனர். தாழ்வெப்ப நிலைமுறையில் தோன்றும் வெப்பநிலைக் குறைவால் இரு நிலைக் (வளிம-நீர்ம) கலவை உண்டாக்கப்படுகிறது. கலவையிலுள்ள கூறுகளின் வேறுபட்ட, எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மை காரணமாக இவ்விரு நிலைகளுக்கிடையில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பொருள் பரிமாற்றம் (selective mass transfer) தோன்றுகின்றது. ஒரு நிலையில் ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் செறிவூட்டம் பெற்று, அவற்றின் வெப்ப மதிப்பு, பிரித்தெடுப்பதற்கு முன்னர் அமைந்த வளிமத்தின் வெப்பமதிப்பைக் காட்டிலும் அதிகமாகிறது.

இரண்டாவது நிலையில் ஹைட்ரோ கார்பன்களற்ற வளிமங்கள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு அவற்றின் வெப்ப மதிப்பு, பிரித்தெடுப்பதற்கு முன்னர் இருந்த



படம் 10. தாழ் வெப்ப நிலை முறையால் இயற்கை வளிமத்திலிருந்து நைட்ரஜனை வெளியேற்றல்

வளிமக் கலவையின் வெப்ப மதிப்பைக் காட்டிலும் குறைந்ததாக அமைகின்றது. விரும்பத்தக்க வெப்ப மதிப்புடைய விளைபொருளைப் பெறுவதற்கும் அதிகமான ஹைட்ரோக்கார்பன்களை மீளப் பெறுவதற்கும் பொருண்மை மாற்றம் செய்விக்கும் இயக்கத்தில் பல கருத்து வடிவான வரிசை அடுக்குகள் தேவையாகின்றன. கார்பன் டை ஆக்சைடு அல்லது ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு உள்ள வளிமக் கலவைகளில் தாழ் வெப்பநிலை முறையைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் வெப்பமதிப்பை உயர்த்தினாலும் வணிக அளவில் பயன்படுத்தும் போது நைட்ரஜனாலும் ஹீலியத்தினாலும் மாசுபடுத்தப்பட்ட ஹைட்ரோக் கார்பன் கலவைகளுக்கு மட்டுமே இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

தாழ்வெப்பநிலை முறையைப் பயன்படுத்தி வளிமத்தின் வெப்ப மதிப்பை உயர்த்தும் நிலையங்களின் வடிவமைப்பிலும் இயக்கத்திலும் முதன்மையான நோக்கமாக அமைவது யாதெனில் வளிமத்தில் அமைந்த எந்த ஒரு கூறு (component) நிலையத்தின் குளிர்ந்த பிரிவுகளின் இயக்கத்தை மிகவும் பாதிக்கின்றதோ அந்தக் கூறினைக் கண்டெடுத்து அதனை நீக்குவதேயாகும். கார்பன் டை ஆக்சைடு நீராவி கன ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் ஆகியவை அத்தகைய கூறுகளாக அமைகின்றன. மேலும் இவை திண்மப் பொருளாவதற்கு உயர் வெப்பநிலையும் குறைந்த கரைதிறனும் கொண்டவையாக உள்ளன. பொதுவாக இக்கூறுகளை வளிம நிலையிலேயே தாழ்வெப்பத் தொகுதியில் தக்க வைத்து நிலையத்தில் குளிரச் செய்யும் முறையினை இயக்கும்போது இவை திண்மப் பொருள்களாக்கப்பட்டு வெப்பப் பரிமாற்றிப் பரப்புகளில் படிகின்றன. இதன் காரணமாக நிலையத்தின் செயல் நிறைவேற்றம் குறைந்து அடைப்புகள் ஏற்பட்டு நிலையத்தை மூடுவதற்கான சூழ்நிலை உண்டாகும். குறைந்த பி.வெ.அ. உடைய வளிமத்தில் உறை நிலை கொண்ட கூறுகளைக் கண்டெடுப்பதில் நாம் கவனம் செலுத்தவேண்டும்.

அட்டவணை 10 தாழ் வெப்பநிலை முறையைப் பயன்படுத்தி வெப்ப மதிப்பை உயர்த்தும் இயற்கை வளிமப் பாய்வின் அளபுருக்கள் (கலவைமோல் %)

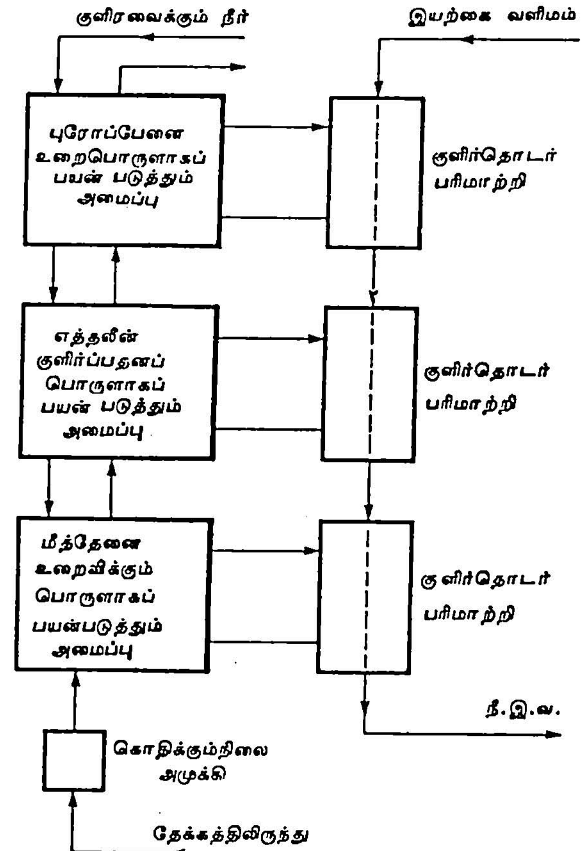
	குறைந்த பி.வெ.அ. வளிமம்	உயர்ந்த பி.வெ.அ. வளிமம்	வெளிச் செல்லும் வளிமம்	ஹீலியம்
ஹீலியம்	0.40	—	0.09	100.00
நைட்ரஜன்	42.75	4.00	98.95	—
மீத்தேன்	56.02	95.09	0 96	—
ஈத்தேன்+	0.53	0.91	—	—
CO_2	0.30	—	—	—
பாய்வு (மில்லியன் தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன்அடி/ஒரு நாளைக்கு)	246	143	100	0.43
வெப்ப மதிப்பு (பி.வெ.அ/ தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன்அடி)	580	980	—	—

குறைந்தபி.வெ.அ.வளிமத்தைமுன்பதப்படுத்துவதற்கு (pretreat) உட்கவர்தல், பரப்புக் கவர்தல் ஆகிய முறைகளைப் (absorption and adsorption processes) பயன்படுத்தி விரும்பத்தகாத கூறுகளை நீக்கிவிடலாம். படம் 10இல் (பக்கம் 339) தாழ் வெப்பநிலை முறையைப் பயன்படுத்தி வளிமத்தின் வெப்ப மதிப்பை உயர்த்தும் நிலையத்தின் பாய்வு வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த நிலையத்தில் இரண்டு ஒருமித்த தொடர்கள் (identical trains) நாள் ஒன்றுக்கு 260 மில்லியன் தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன் அடி குறைந்த பி.வெ.அ. வளிமத்தைச் (580 பி.வெ.அ/தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன்அடி) செயல்முறைப்படுத்தி அதில் 143 மில்லியன் தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன்அடி அளவிலான வளிமத்தை உயர் பி.வெ.அ. வளிமமாக்குகிறது. (980 பி.வெ.அ/தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன்அடி) நிலையத்தில் பாயும் வளிமங்களின் அளபுருக்கள் (plant atream parameters) அட்டவணை 10இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. 800 psia அழுத்தத்தில் குறைந்த பி.வெ.அ. வளிமங்கள்கிடைக்கின்றன. மேலும் இவை பெரும்பாலும் நைட்ரஜன், மீத்தேன் கலவையாகவே கிடைக்கின்றன. சிறிதளவான ஹீலியததுடன் சேர்ந்து இவ்வாயுவில் சிறிய அளவுகளில் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீராவி, கன ஹைட்ரோ கார்பன்கள் அமைந்துள்ளன. இவ்வளிமத்தை மானோ எத்தனோலாமைனைக் (monoethanolamine -MEA) கொண்டு கழுவும் போது கார்பன் டை ஆக்சைடு நீக்கப்படுகிறது. பின்னர் மூலக்கூறு சல்லடையின் (molecular sieve) வழியாகச் செல்லும்போது இதிலுள்ள நீர் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. மேலும் கிளர்கார்பன் (activated carbon) மீது இவ்வளிமத்தைச் செலுத்தும் போது கன ஹைட்ரோ கார்பன்கள் பரப்புக் கவர்தல் முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இதன் பின்னர் இவ்வளிமம் அலுமினியம் தட்டு விளிம்புத் தகடு வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் (aluminium plate fin exchangers) செலுத்தப்படுகின்றது. இங்கு எதிர்த் திசையில் செல்லும் உயர் பி.வெ.அ. விளைபொருள் வளிமங்களுக்கும், வெளிச்செல்லும் வளிமங்களுக்கும் (high but product gas and vent gas) எதிராகச் செல்லும்போது இவ்வளிமம் குளிர்விக்கப்படுகின்றது. இதன் பின்னர் இவ்வளிமம் 380 psia அழுத்தத்தில் விரிவடைந்து ஆவி—நீர்மக் கலவையாக (vapor-liquid mixture) உயர் அழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பிற்குச் செல்கின்றது. வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பானது நைட்ரஜனையும், மீத்தேனையும் முதலிலேயே பிரித்தெடுத்து நீர்ம நைட்ரஜனைத் தாழழுத்தத்தில் வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பிற்குச் செலுத்திக் குறைவழுத்தத்தில் வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பில் நீர்மநைட்ரஜனின் பின்னோக்கியபாய்விற்கு வகைசெய்கின்றது.

உயர் அழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பின் மேனிலைச் செறிகலனிலுள்ள குழாய்களில் நைட்ரஜன் பின்னோக்கிப் பாயும்போது இக் கம்பத்தின் தேக்கத்தில் (sump) மீத்தேன் வளிமம் திரும்புகின்றது. மேலும் நைட்ரஜன் செறிவூட்டம் கொண்ட ஆவி

(nitrogen enriched vapor) இவ்வமைப்பில் மேல் நோக்கிப் பாய்கின்றது. நைட்ரஜனின் பின்னோக்கிய பாய்விற்குத் தேவையான குளிர்ச்சியினை (refrigeration) குறைவழுத்த அறையின் (l.p. column) மேனிலைச் செறிகலன் கூட்டில் (shell of the overhead condenser) நீர்ம மீத்தேனை ஆவியாக்கி அளிக்கின்றது. உயர் அழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பிலிருந்து இரண்டு நீர்மப் பாய்வுகள் எடுக்கப்பட்டு, இவை குறைவழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பிற்கு ஒன்று ஊட்டத்தையும் மற்றொன்று பின்னோக்கிய பாய்வினையும் அளிக்கின்றன. செறிவூட்டப்பட்ட மீத்தேன் பாய்வு குறைவழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பின் ஊட்டமாக அமைகின்றது. இது உயர் அழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பின் அடிப்புறத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றது. உயர் அழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பின் வடிகலனுக் கடியில் எடுக்கப்படும் உயர் தூய்மை கொண்ட நீர்ம நைட்ரஜன் (high purity nitrogen liquid) குறைவழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பின் பின்னோக்கிய பாய்வாக அமைகின்றது. குறைவழுத்த வடித்துப் பிரிக்கும் அமைப்பில் வெப்ப மதிப்பை உயர்த்துதல் இவ்வாறாக முடிகின்றது. 4% நைட்ரஜனும் 980 பி.வெ.அ / தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன் அடி வெப்ப மதிப்பும் (heating value) கொண்ட உயர் பி.வெ.அ நீர்மம் ஊட்டப் பாய்விலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. தேக்கத்திலுள்ள (column sump) நீர்மத்தினை எக்கியின் வழியாக வெளியேற்றி வெப்பப் பரிமாற்றியில் உள்வரும் குறைந்த பி. வெ அ. வளிமங்களுக்கு எதிர்த் திசையில் செலுத்திப் பின்னர் அது ஆவியாக்கப்பட்டு மிகை வெப்பப் படுத்தப்படுகின்றது. குறைவழுத்த அறையில் மேலுள்ள வளிமம் பெரும்பாலும் நைட்ரஜன் ஆகும். இந்த நைட்ரஜனும் வெப்பப் பரிமாற்றியில் உள்வரும் குறைந்த பி.வெ.அ. வளிமங்களுக்கு எதிராகச் செலுத்தப்பட்டுச் சுற்றுப்புற வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றது.இத்தகைய இரண்டு பகுத்து வடிக்கும் கலன்களைக் (two distillation columns) கொண்ட அமைப்பைப் பயன்படுத்திக் குறைந்த பி வெ.அ. வளிமத்தில் கிடைக்கும் அழுத்த ஆற்றலைக் கொண்டு நைட்ரஜனையும் மீத்தேனையும் பிரிக்கலாம்.

நீர்மமாக்கப்பட்ட இயற்கை வளிமம் (நீ. இ. வ.) (liquefied natural gas-LNG). இயற்கைவளிமத்தை நீர்மமாக்கித் தேக்கி அதனை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக்கொண்டு சென்று பயன்பாட்டிற்காக அதனை மறுபடியும் வளிமமாக மாற்றும் முறை பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகவே கையாளப்பட்டதாகும். நீ. இ. வளிமத்தைக் கையாளும்போது நேரிட்ட சில பெரிய விபத்துக்களினால் சிறிது காலம் வரையில் அதன் முன்னேற்றத்திற்குத் தடை உண்டாகியது. ஆனால் 1970ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு ஆற்றல் பற்றாக்குறை உடைய நாடுகளுக்கு ஆற்றலின் தேவை காரணமாக நீ. இ. வளிமத்தைப் பயன்படுத்துவது பற்றி மறுஆய்வு செய்யப்பட்டது. நீ. இ. வளிமத்தால் மிகவும் கடுமையான விபத்து ஒஹையோவில் உள்ள கிளீவ்லாந்தில் 1944ஆம் ஆண்டு அக்டோபர்த் திங்கள் 10ஆம் நாள் நடந்தது. ஒரு தேக்கத் தொட்டியில் ஒழுக்கின் காரணமாக நீ. இ. வ. சிந்தித் தீப்பற்றி அதனைச் சூழ்நத இடங்களும் தீயினால் சூழப்பட்டு அவ்விபத்தில் 135 பேர் உயிர் இழந்தனர். வளிமத்தை நீர்மத்தை நீர்மமாக்குவதால் வளிமத்தைத் தேக்கும் இடத்தில் பெரிதளவு சேமிப்பினைப் பெறுவதோடு அது கையாளுவதற்கு வசதியாகவும் அமைகின்றது. மேலும் நீர்மமாக்குவதால் நீண்ட குழாய் வழி அமைப்பைக் குறைத்துக் கப்பலில் நீர்மமாக்கப்பட்ட வளிமமாகக் கொண்டு செல்ல வகை செய்யலாம்.

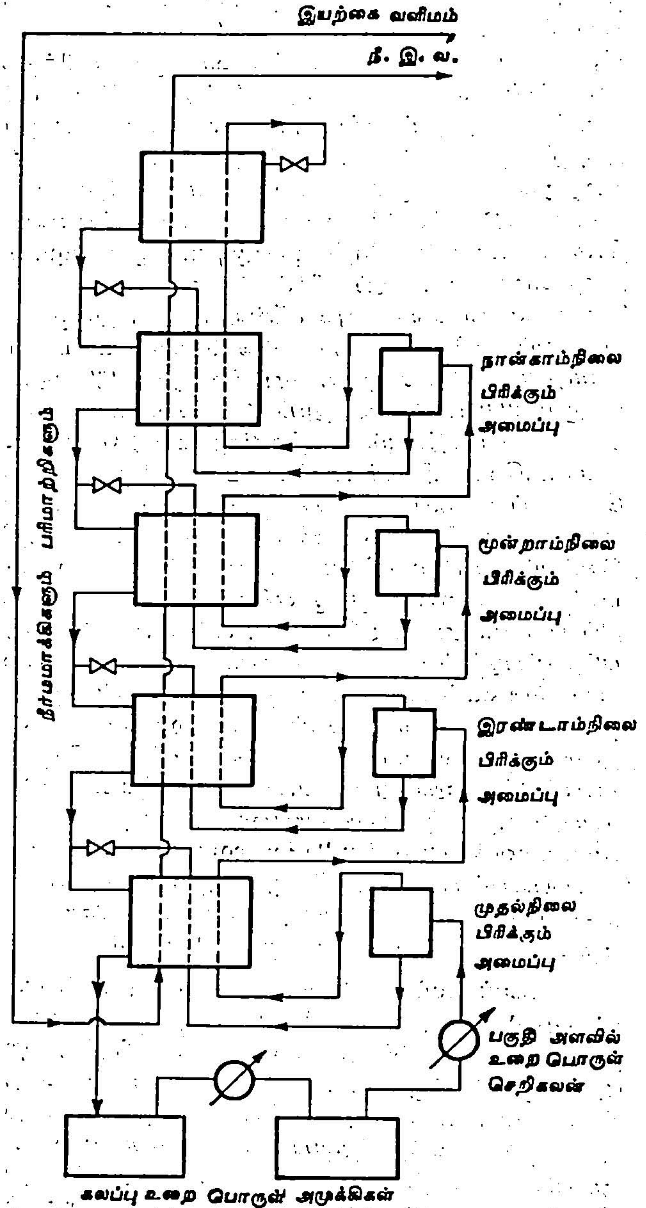


படம் 11.
இயல்பான அல்லது செந்தர ஓடை வகை அமைப்பு

ஆற்றல் பற்றாக் குறையுடைய ஜப்பானும் சில ஐரோப்பிய நாடுகளும் கடந்த சில ஆண்டுகளாக நீ. இ. வளிமத்தைக் கப்பல் வழியாகக் கொண்டு செல்வது பற்றிக் கவனம் செலுத்தியுள்ளன. எடுத்துக் காட்டாகப் போர்னியாவிலுள்ள புரூனியில் லுமெட்டில் (Lumut, Brunei, Borneo) அமைந்த பெரிய நீ.இ.வ. நிலையம் 1974ஆம் ஆண்டு மத்தியில் நீ.இ. வளிமத்தை ஜப்பானிற்கு வழங்குவதற்கென்றே தொடங்கப்பட்டது. 1970ஆம் ஆண்டின் நடுவில் இயற்கை வளிமம் மிகுந்த நாடுகள் தொழில் துறையில் மிகவும் முன்னேற்றமடைந்த நாடுகளுக்கு நீ.இ. வளிமத்தை வழங்குவதற்கு வாணிகத் தொடர்புகள் கொண்டன. எடுத்துக்காட்டாக முற்றிலும் புதிய வளிம வயல்களைச் சோவியத்து நாட்டில் உருவாக்குவதற்கு அமெரிக்காவும் சோவியத்து நாடும் பேச்சு வார்த்தைகளை அவ்வாண்டில் மேற்கொண்டன.

எண்ணெயும் வளிம வளமும் மிக்க நாடுகள் ஒரு காலத்தில் இயற்கைப் பாறை எண்ணெய் ஆக்கத்தில் சீறியெழுந்து வெளியான இயற்கை வளிமத்தைத் திரட்டாமல் வானவெளிக்கு விட்டுவிட்ட போதிலும் தற்காலத்தில் இந்நாடுகள் இவ்வளிமத்தைத் திரட்ட முற்பட்டுள்ளன. இத்தகைய திரட்டல் முறைகள் நிலத்தடியில் இயற்கை வளிமத்தை மீளவும் செலுத்தித் திரட்டி வைப்பது அல்லது நீ.இ.வ. உண்டாக்குவதற்கான அமைப்புகளைக் கட்டி அதன் விளை பொருளான நீ. இ. வளிமத்தைக் கடல் வழியில் கப்பல்களில்கொண்டு செல்வதாகும். இத்தகைய திட்டத்தினைச் செயல்படுத்தும் போது பல நாடுகள் தங்களுக்குச் சொந்தமான மதிப்பு மிக்க வளங்களை மறுப்புச்செய்து பணத்திற்காக மட்டும் வளிமத்தையும் எண்ணெயையும் வெளிநாடுகளுக்கு அளவுக்கு மீறி ஏற்றுமதி செய்வதில் பெரிதும் தயக்கம் கொண்டன. 1970 ஆம் ஆண்டு நடுவில் ஆற்றல் பற்றாக் குறையை மட்டுப்படுத்தும் முறைகளாக நிலக்கரி மாற்றம் செய்விக்கும்முறையும் வளிமமாக்கும் முறையும் அணு ஆற்றலும், சூரிய ஆற்றலும் அமைந்தன. இவற்றுடன கடல் கடந்த நாடுகளுக்குக் கப்பல் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்ட நீ.இ. வளிமம் போட்டியிட்டது-பெருத்த அளவிலான நீ.இ. வளிமத்தைக் குழாய் வழியாகவோ கப்பல்களிலோ அவற்றை உண்டாக்கும் நாடுகளிலிருந்து பயன்படுத்தும் நாடுகளுக்குக் கொண்டு செல்வது கடும் ஆற்றல் தேவையின் நீண்டநாள் பிரச்சினையைப் பகுதி அளவிலும் சிறிது காலத்திற்குமட்டுமே தீர்க்கவல்லது.

நீ.இ.. வளிமத்தை உண்டாக்குவதற்கு மூன்று வகையான நீர்மமாக்கும் முறைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. செந்தர ஓடைவகை அடுக்கு முறையில் (standard cascade process) மூன்று உறைவிக்கும் பொருள்களாக மீத்தேன், எத்திலீன், புரோப்பேன் ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவையாவும் படம் 11இல் காட்டியுள்ளவாறு மூடிய சுழற்சிகளில் சுற்றிச் செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த மூன்று உறைவிக்கும் பொருள்களை அழுத்துவதற்குத் தனித் தனியே அமுக்கிகள் (compressors) உள்ளன. ஊட்டப்படும் வளிமமான இயற்கை வளிமத்தில் மீத்தேனும் ஈத்தேனும் கிடைக்கின்றன. இம்முறையில் எத்திலீன் தனியாக அளிக்கப்பட வேண்டும். வளிமண்டல அழுத்தத்திற்குக் குறைவான உறிஞ்சு



படம் 12. ஒற்றை அழுத்தமுடைய கலப்பு உறைபொருள் அடுக்கு அமைப்பு

அழுத்தத்தில் (sub atmospheric absorbtion pressure) எத்திலினிற்குப் பதிலாக ஈத்தேனைப் (ethane) பயன்படுத்தலாம். வெப்பத் திறமையைக் (thermal efficiency) கணக்கில் கொள்ளும்போது அடுக்குமுறை மிகவும் உயர்ந்த தரத்தைக் கொண்டதாய் உள்ளது. அடுக்கு முறையின் முன்னேற்றமாகக் கலப்பு உறை பொருள் ஓடை வகை அமைப்பு (mixed refrigerant cascade system) 1960 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் உருவாக்கப்பட்டது. ஒரு தனித்த அழுத்தங்கொண்ட குளிர்பதனக் கலவை ஓடைவகை அமைப்பு (க.கு.அ) (single pressure mxed refrigerant cascade system), காட்டப்பட்டுள்ளது. இம்முறையைப் பயன்படுத்தும் ஒரு நிலையத்தில் பரந்த கொதிநிலையுடைய (N_2 வுடன் C_8 வரை) ஹைட்ரோக்கார்பனுடன் சேர்ந்த

கு. அ. - குறைந்த அழுத்தம் உ. அ. - உயர்ந்த அழுத்தம்

படம். 13. புரோப்பேன் கலப்புக்குளிர்பதனப் பொருள் நீர்மமாக்கும் அமைப்பு

C_1 C_2 C_3 C_4 ஈடுசெய்யும் குளிர்பதனக்கலவை

க.கு.அ.-கலப்பு குளிர்பதனக்கலவை அடுக்கு

கு.நீ. குளிரவைக்கும் நீர்

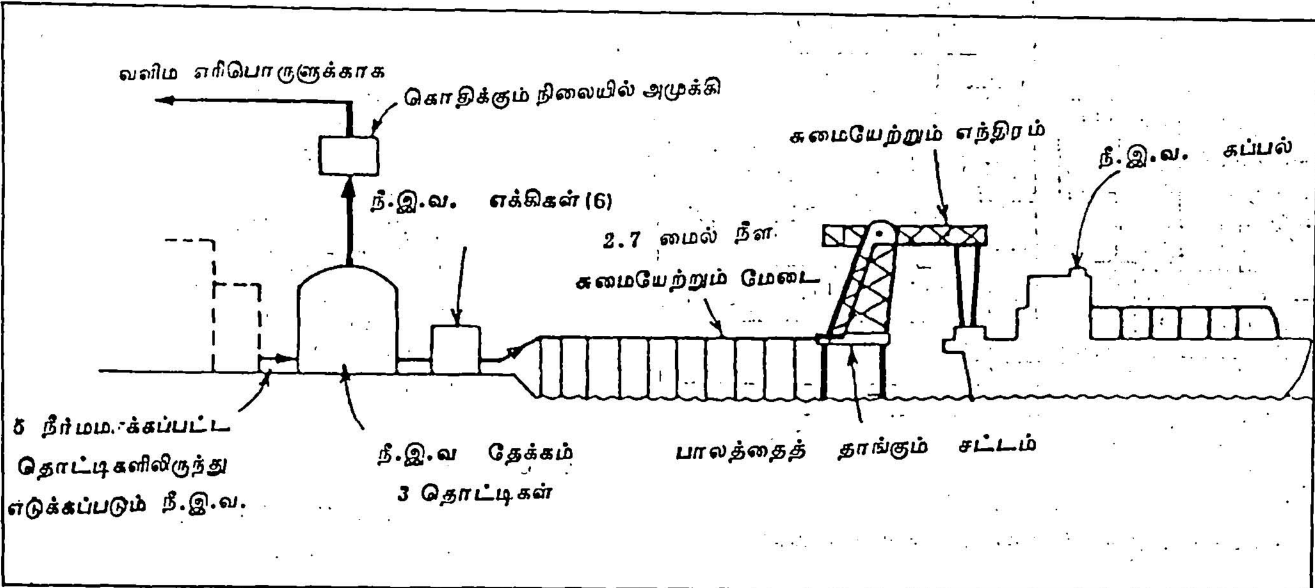
படம் 14. நீ.இ.வ. உண்டாக்கும் நிலையத்தின் பாய்வுத்திட்டம்

நைட்ரஜன் கலவை உறைகலவையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இயற்கை வளிமத்திலிருந்து இக்கூறுகள் யாவும் தனித்தனியான கருவிக் கலங்களிலிருந்து மீளப் பெறலாம்.

படம் 13 இல் காட்டப்பட்ட மற்றொரு முறையில்புரோப்பேனும் கலப்பு உறைகலவைச்சுழற்சியும் (propane and mixture refrigerant cycle) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையில் குளிரும் சுமையானது (cooling load) கிடைநிலையில - 30° F வெப்பநிலையில் பிரிக்கப்பட்டு அதன் மேற்பகுதி புரோப்பேனால் (propane) உட்கவரப்படுவதற் கேற்றதாயும் அதன் கீழ்ப் பகுதி கலப்பு குளிர்பதனக் கலவையால் (mixed refrigerant) உட்கவரப்படுவதற்கேற்றதாயும் அமைந்துள்ளது. சுருங்கக்கூறும்போது இவ்வமைப்பானது இரண்டுக்கும் உரிய குளிர்பதனக் கலவைக்கான ஒடை வகைஅடுக்காக (dual refrigerant cascade) அமைந்துள்ளது.அதில்குறைந்த கொதிநிலைநீர்மமாகஉறைகலவை அமை புரோப்பேனுடனான அடுக்கு இணைப்பில் (cascade combination with propane) கலப்பு உறைகலவையின் கொதிநிலை இடைவெளியை (boiling range of the mixture refrigerant) மிகவும் குறைப்பதற்கு வகை செய்யப்படுகின்றது. இதனால் நேரடியான க.உ.அ. (MRC) முறையைக் காட்டிலும் மேம்பட்ட வெப்ப இயக்கத் திறமையை இம்முறையில் பெறலாம். தாழ் வெப்பநிலை முறையில் குறைந்த பி.வெ.அ. உடைய இயற்கை வளிமத்தின் வெப்ப மதிப்பை உயர்த்துவது பற்றி முன்னர் தெரிவித்தவாறு இயற்கை வளிமத்தை தாழ் வெப்பநிலை முறையில் நீர்மமாக்குவதற்கு முன்னர் அதனை முன்னதாகப்பதப் படுத்த(pre treatment) வேண்டும். ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு கலந்திருக்குமானால் அதனை நீக்க வேண்டும். உட்கவரும் முறையில் (absorption process) நீராவி உண்டாக்கப்படுவதால் அதனைப் பின்னர் நீக்க வேண்டியுள்ளது. கார்பன் டை ஆக்சைடும் கன ஹைட்ரோக்கார்பன்களும் கட்டாயமாக நீக்கப்படவேண்டும். இயற்கை வளிமத்தை முன்னதாகப் பதப்படுத்துவதையும் அதன் தாழ்வெப்ப இயக்கத்தையும்காட்டும் பெரிய நீ.இ. வளிம நிலையத்தின் 5 தொடர்களில் ஒன்றினைப் படம் 14இல் காணலாம்.

1970 ஆம் ஆண்டு நடுவில் நீ.இ. வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் கப்பல்கள் பல அடிப்படை வடிவமைப்புகளைக் கொண்டு அமைந்திருந்தன. நீ.இ. வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் கப்பல்களின் சிறப்பியல்பாக அமைவது அதன் வெப்பக் காப்பீட்டு அமைப்பாகும். இக்காப்பீட்டு அமைப்பானது சரக்குகளை (நீ.இ.வ.) – 260°F (–162°C) வெப்பநிலையில் நிலைநிறுத்துகின்றது. ஒரு வகையான கப்பலில் தனித்தன்மை வாய்ந்த எஃகினால் பற்றுவைத்து உருவாக்கப்பட்ட உறையினைக் கொண்ட 5 தொட்டிகளில் சரக்குகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

கப்பலின் உட்புறக் கட்டுமானத்திலிருந்து (inner hull) ஒவ்வொரு தொட்டியும் வெப்பக் காப்பீட்டுப் பொருளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வெப்பக் கசிவின் காரணமாக ஆவியாகும் சிறிய பின்ன அளவிலான சரக்கினைக்கொண்டு (நீ.இ. வளிமத்தைக் கொண்டு) கப்பலைச் செலுத்துவதற்கான கொதிகலன்எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சுமையேற்றப்பட்ட



படம் 15 நீ.இ. வளிமத்தைக் கப்பலில் ஏற்றும் அமைப்பு

கப்பற்பயணத்தில் தேவைப்படும் எரிபொருள் அளவில் 90% எரிபொருளை இவை வழங்கும். கடற்பயணம் முடித்துத் திரும்பும்போது இக்கப்பல்களின் எடைப்பாரமாக (ballast) கடல் நீரினைத் தனித் தொட்டிகளில் நிரப்புவார்கள். சரக்குத்தொட்டிகளில் சிறிதளவு நீ.இ.வளிமத்தைத் தங்கவைத்து வெடிக்காத வளிமண்டலத்தை உண்டாக்குவதற்கும், அடுத்த பயணத்திற்குத் தொட்டிகளைக் குளிர்ச்சியாக வைப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மறுபடியும் ஆவியாதல் காரணமாக வெளிப்படும் வளிமம் கப்பலைச் செலுத்துவதற்கான ஓரளவு எரிபொருளை வழங்குகின்றது. நீ.இ.வளிமத்தைக் கப்பலில் சுமையேற்றும் அமைப்பு படம் 15 இல் (பக்கம் 344) காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆற்றல், உயிர்க்கூள

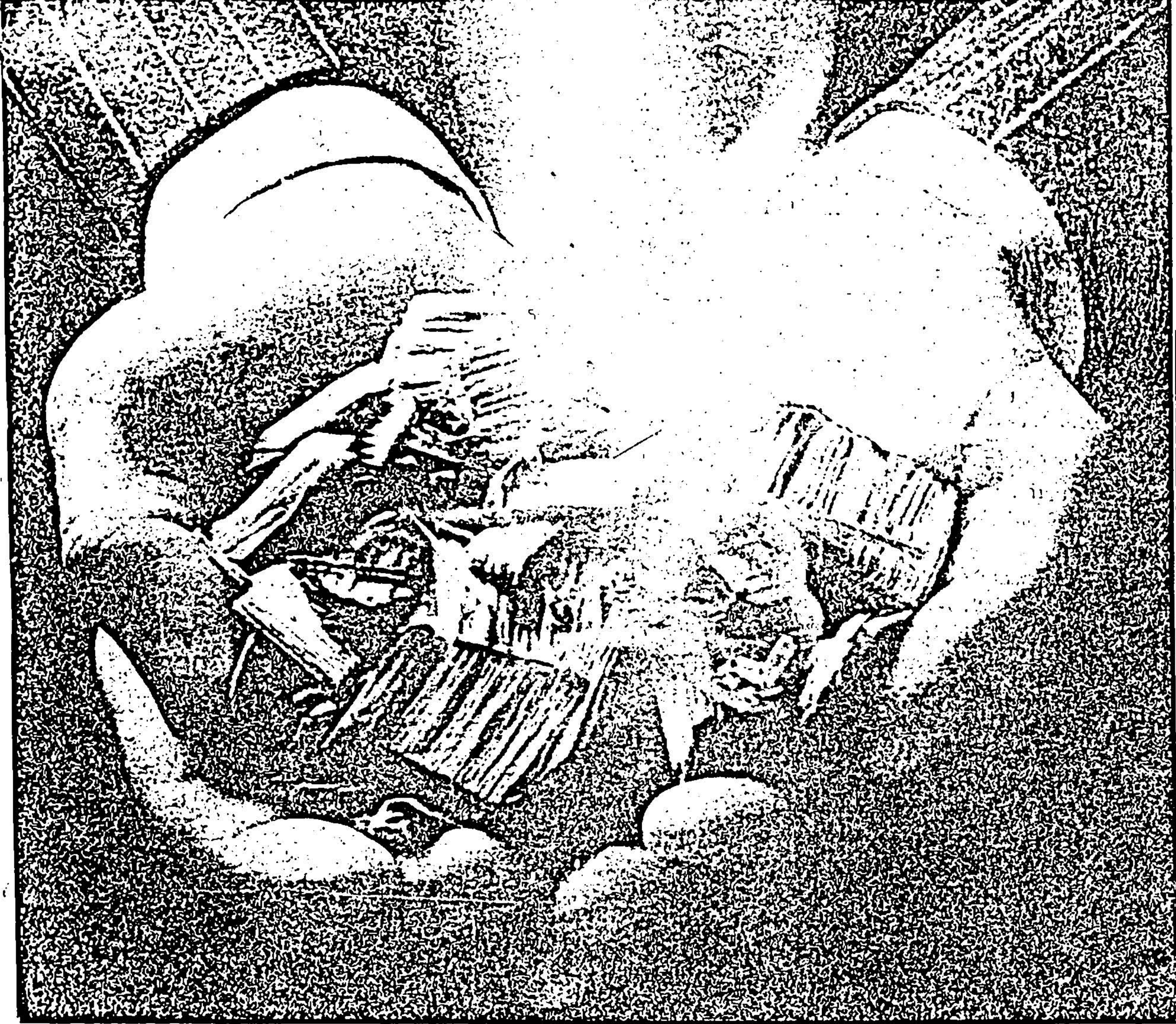
உயிர்க் கூளம் (biomass) உலக இயக்கத்தின் அடிப்படை, உண்ணும் உணவு, உடுக்கும் உடை, உறையும் உறைவிடம், எரிக்கும் எரிபொருள் அனைத்தும் உயிர்க் கூளப் பிரிவுகளே. சமைப்பதற்கு மனித இனத்தால் பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் ஆற்றல் உயிர்க் கூளமாகும். 1973-74 ஆம் ஆண்டுகளில் உலக அளவில் ஏற்பட்ட எண்ணெய்த் தட்டுப்பாட்டிற்குப் பின்னர், எண்ணெயின் விலை பன்மடங்காக உயர்ந்தது. எண்ணெய் தொடர்ந்து கிடைக்கும் என்ற உறுதிப்பாடும் இல்லாமல் போயிற்று. பாறை எண்ணெய் போன்ற எண்ணெய்ப் பொருட்களின் விலை அதிகரிப்பும், தொடர்ந்து கிடைப்பதில் உண்டான இடர்ப்பாடுகளும் எண்ணெய்ப் பொருட்களை இறக்குமதி செய்கின்ற நாடுகளிடையே சமூகப் பொருளாதாரப் பிரச்சினைகளை உருவாக்கின. 1973 இல் வளரும் நாடுகள் எண்ணெய் இறக்குமதிக்கு ரூ.6,000 கோடி செலவு செய்த நிலை மாறி 1981 இல் ரூ 57,000 கோடி ரூபாய் அந்நியச் செலவாணியைத் தர வேண்டிய நிலை உருவானது. எண்ணெய் விலை ஏற்றத்தைத் தொடர்ந்து உலக மக்கள் தொகையில் மூன்றிலொரு பகுதியினர் சமைப்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் விறகின் விலை பன்மடங்காகியது. விறகின் விலை ஏற்றத்தால் மிகவும் பாதிக்கப்பட்டவர் இந்தியா போன்ற வளரும் நாடுகளிலுள்ள ஏழை மக்களேயாவர். இந்தக் காலக் கட்டத்தில்தான் உலக அறிவியல் அறிஞர்களின் பார்வை உயிர்க்கூளத்தின் பால் திரும்பியது. 1981 ஆம் ஆண்டு கென்யாவின் தலைநகரான நைரோபியில் நடைபெற்ற புதிய மற்றும் புதுப்பிக்க வல்ல எரிபொருள் வளங்கள் (new and renewable energy) பற்றிய உலக மாநாட்டில் இந்தியப் பிரதமர் திருமதி இந்திரா காந்தி உலகை அச்சுறுத்திக் கொண்டிருக்கும் எரிபொருள் பற்றாக் குறைக்குத் தீர்வு காண உலக அறிவியல் அறிஞர்கட்கு வேண்டுகோள் விடுத்தார்.

உயிர்க் கூள ஆற்றல் (biomass energy) சூரிய ஆற்றலின் ஒரு வடிவம். தாவரங்கள் தாவரங்களிலுள்ள பசுங்கணியம் (chloroplast) என்ற நிறமியின் (pigment) மூலம் சூரிய ஒளியின் உதவியினால் தண்ணீரையும், கார்பன்டை ஆக்சைடையும் (carbon di oxide) கார்போஹைடிரேட்டையும் (cairbohydrate) மாற்றுகின்றன. இந்தக்கார்போஹைடிரேட்டு தாவரத்தின் பல்வேறு உயிர்ச் செய்கைகளுக்குத் தேவையான ஆற்றலை அளிக்கிறது. ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் தான் தாவரங்கள் நமக்குத் தேவையான தானியங்கள், காய்கனிகள், கிழங்குகள் போன்ற உணவுப் பொருட்கள், மரம், ஓலை போன்ற உறைவிடக்கட்டுமானப் பொருட்கள், பருத்தி போன்ற ஆடைகள் நெய்ய உதவும் நார்ப் பொருள்கள் போன்ற உயிர்க் கூள பொருட்களைத் தருகின்றன.

தாவரங்களை அறுவடை செய்தபின், அவற்றில் ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் தேக்கப்பட்டுள்ள சூரிய ஆற்றலை, அவற்றைப் பல்வேறு உயிர்க்கூள எரிபொருட்களாக மாற்றிப் பயன்படுத்திப்பெறலாம். இவ்வாறு மரம், கரும்புச் சக்கை, மட்கும் தன்மை வாய்ந்த பல்வேறு தாவரப் பொருட்கள் போன்றவற்றிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றலுக்கு உயிர்க்கூள ஆற்றல் என்பது பெயர். மரம், கரும்புச் சக்கை போன்ற உயர்க்கூளப் பொருட்களை அப்படியே எரித்துப்பெறும் ஆற்றலை விட அவற்றை உயிர்க்கூள எரிப்பொருட்களாக மாற்றி,அவற்றின் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் பலவகைகளில் சிறந்ததாகும். உயிர்க் கூளப் பொருட்களை அப்படியே எரிப்பதனால் ஏராளமான கார்பன்டை ஆக்சைடும் புகையும் வெளியாவதால் சுற்றுப்புறம் (environment) மாசடைகிறது. எரி பொருளும் வீணாகிறது. ஆனால் உயிர்க் கூளப் பொருட்களை அறிவியல் முறைப்படி உயிர்க் கூள எரிபொருட்களாக மாற்றி, அவற்றிலிருந்து, சுற்றுப்புறங்களுக்குக் கேடு விளைவிக்காமலும் எரிபொருள் வீணாகாமலும் முழுமையான ஆற்றலைப் பெற இயலும்.

உயிர்க்கூள ஆற்றலின்வகைகள். உயிர்க்கூளம் திண்ம, நீர்ம வளிம நிலையிலான ஆற்றல்களை அளிக்கிறது. மரம் (wood) கரி (charcoal) போன்றவை திண்ம நிலையிலான உயிர்க்கூள ஆற்றல்களாகும். சாராயம் (alcohol) நீர்ம நிலையிலான உயிர்க்கூள ஆற்றலாகும். மீத்தேன் (methane) ஹைடிரஜன் (hydrogen) போன்றவை வளிமநிலையிலான உயிர்க்கூள ஆற்றலுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள். உயிர்க்கூளத்திலிருந்து மின்சாரமும் எடுக்கப்படுகிறது.

உயிர்க்கூள ஆற்றலைப் பெறும் வழிகள். மாற்ற முறைகள் (conversion methods) உயிர்க்கூளத்தை மேற்குறிப்பிட்ட பல நிலையிலான உயிர்க்கூள ஆற்றல்களாக மாற்ற, உயிரியல்முறை(biological method) வெப்பவேதியியல் முறை (theromochemical method)



படம் 1. திண்ம எரிபொருள்

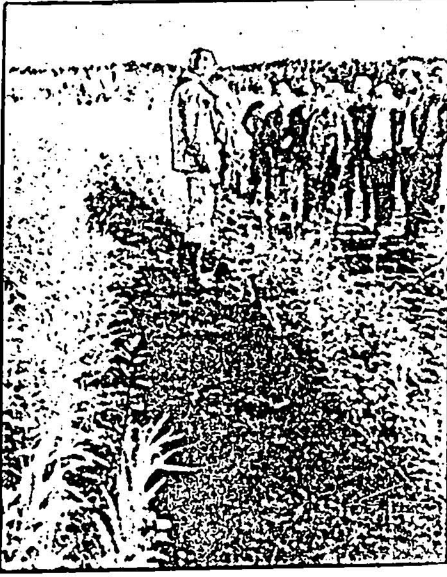
நன்றி: உயிர்மூல ஆற்றல், 84, பேரா. ஒல்லே வின்ஸ்ட்ராம், ஸ்டாக்கோல்ம், சுவீடன்.

ஆகிய இரு முறைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உயிரியல் முறையில் காற்றில்லாச்செரிப்பு முறையும் (anaerobic) சாராய நொதிப்பு (alcoholic fermentation) முறையும் அடங்கும்.

காற்றில்லாச் செரிப்பு முறை. (anaerobic digestion) இம்முறையில் சர்க்கரை (sugar), புரதம் (protein) மற்றும் ஏனைய கரிமப் பொருட்கள்(organic matters) நுண்ணுயிர்களால் ஆக்சிஜனின்றிச் (oxygen) சிதைக்கப்பட்டு, சாராயமும், கார்பன்டை ஆக்சைடும் பெறப்படுகின்றன. சாராயம் (alcohol) எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சாராய நொதிப்பு முறை (alcoholic fermentation) இம்முறை சர்க்கரைக் கரைசலைச் சாராயமாகவும், கார்பன்டை ஆக்சைடாகவும் மாற்றுவதாகும்.

இம்மாற்றமும் ஆக்சிஜன் இன்றியேயும் நடைபெறும். இம்முறையின் அடிப்படையில் மரத்திலிலிருந்து எத்தனால் (ethanol) என்ற உயிர்க்கூள எரிபொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது. வெப்பவேதியியல்



படம் 2. எரிபொருள் காடுகள், சுவீடன்

முறையில் (thermochemical) ஹைடிரஜன் கலந்த வளிமமாக்குதல், வளிமமாக்குதல் (gasification) தீயாற் பகுத்தல், (pyrolysis) எரித்தல் (combustion) ஆகிய முறைகளில் உயிர்க்கூள எரிபொருட்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஹைடிரஜன் கலந்த வளிமமாக்குதல் (hydro gasification). இம்முறைப்படி உலர்ந்த தாவரக் கழிவு களை உயர்ந்த அழுத்தத்திலும், வெப்பத்திலும் ஹைடிரஜனுடன் (hydrogen) கலந்து நேரடியாக ஆவியாக்கும்போது மீத்தேன் (methane) ஈத்தேன் (ethane) போன்ற வளிம நிலை உயிர்க்கூள எரி பொருட்கள் கிடைக்கின்றன.

வளிமமாக்குதல் (gasification). ஹைடிரஜனின் விலை அதிகமாக இருப்பதாலும், கிடைப்பதற்கு அரி தாக இருப்பதாலும், இம்முறையில் ஹைடிரஜன் கலக்காமல் கரியையும் (charcoal) தாவரக் கழிவுக ளையும் ஆவியாக்குதல்முறையில் அவைஎரிபொருளாக மாற்றப்படுகின்றன.

தீயாற் பகுத்தல் (pyrolysis). இம்முறையில் வெப் பத்தின் மூலம் காற்றில்லாத கொள்கலன்களில் தாவரக்கழிவுகள் எண்ணெயாகவும் வளிம நிலை எரிபொருளாகவும் மாற்றப்படுகின்றன.

எரித்தல் (combustion). இம்முறையில் நேரடி யாக விறகு, கரும்புச் சக்கை போன்ற உயிர்க்கூளப் பொருட்களை எரித்து, அதன் மூலம் உயர் அழுத்த மும் கொண்ட நீராவி தயாரிக்கப்படுகின்றது. இந் நீராவி பல்வேறு எந்திரங்களை இயக்கப் பயன்படுத் தப்படுகிறது.

உலர்ந்த தாவரப் பொருட்களிலிருந்து எரி பொருளைத் தீயாற் பகுத்தல் முறையும், எரித்தல் முறையும் சிறந்தவாகும். காற்றில்லாச் செரித்தல் முறை ஈரமான உயிர்க்கூளப் பொருட்களிலிருந்து எரிபொருளைப்பெறச் சிறந்த வழி.

உலகில் உயிர்க்கூள ஆற்றலினைப் பயன்படுத்தும் நாடுகளான வெப்பமண்டல நாடுகள், தென் கிழக்கு ஆசிய நாடுகள் போன்றவை அன்றாட வீட்டு எரி பொருள் தேவைகளுக்காக நீலகிரிமரம் (eucalyptus) சூபாப்புல் (leucaena) போன்ற அதிக வெப்ப ஆற் றல் தரும் மரங்களை வளர்க்கிறார்கள். இந்த உயிர்க்கூளஆற்றல்காடுகளிலிருந்து (biomass energy plantations) குறைந்த செலவில் எரிபொருள் கிடைக் கிறது. நீர் நிலையிலான உயிர்க்கூள எரிபொருட் களை அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளும் பயன்படுத்து கின்றன. இந்நாடுகளில் மரத்தை (wood) தீயாற் பகுத்தல் மூலம் பிரித்து, மெத்தனால் (methanol) என்ற நீர்மநிலையிலான எரிபொருள் தயாரிக்கப்படு கிறது. இந்த எரிபொருளைத் தொழிற்சாலைகள் இயக்கவும், போக்குவரத்து ஊர்தி ஓட்டவும் பயன் படுத்துகிறார்கள். பிரேசில், ஆஸ்த்திரேலியா, நியூசி லாந்து, போன்ற நாடுகளில் நொதித்தல் மூலம் மரத் திலிருந்து எத்தனால் (ethanol) என்ற நீர் எரி பொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்தியா, சீனா, கொரியா, ஜெர்மனி, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள் போன்ற நாடுகளில் தாவரப் பொருட்களிலிருந்து மீத்தேன் (methane) தயாரித்து சமையல் வேலை களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வளிமநிலை உயிர்க் கூள எரிப்பொருட்களைப் பயன்படுத்துவதில் இந்நாடுகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு வளர்ந்துள் ளன. வங்காள தேசத்தில் 97 விழுக்காடு வீட்டு எரி தேவை, தாவரக் கழிவுகளிலிருந்தும், விலங்குகளின் பெருள் கழிவுகளிலிருந்தும் பெறப்படுகிறது. தென் அமெரிக்காவின் பிரேசில் கயானா ஆகிய நாடுகளி லும், ஆப்பிரிக்காவின் போஸ்ட்வானா, எகிப்து, கென்யா, தென் ஆப்பிரிக்கா, டான்சானியா, உகாண்டா ஆகிய நாடுகளிலும் ஆசியாவில் இந்தியா வங்காளதேசம், ஜப்பான், இஸ்ரேல், கொரியா, நேப்பாளம்,பாகிஸ்த்தான்,தாய்லாந்து,பிலிப்பைன்ஸ், தைவான் போன்ற நாடுகளிலும், ஐரோப்பாவில் சோவியத் நாடு, இங்கிலாந்து, ஸ்வீடன், ஃபிரான்சு போன்ற நாடுகளிலும், ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்து, இந்தோனேசியா, பிஜித் தீவுகள் போன்ற நாடு களிலும் உயிர்க்கூள ஆற்றல் பலவழிகளிலும் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

1974 இல் பாறை எண்ணெய் போன்ற எண் ணெய்ப் பொருள்களுக்கு ஏற்பட்ட தட்டுப்பாட்டிற் குப் பின்னர் உயிர்க்கூள ஆராய்ச்சிகள் பலநாடுகளில் முழு வேகத்துடன் செயல்படுத்தப்பட்டன. இவ்வா ராய்ச்சிகளில் குறிப்பிடத்தக்கது அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் ஆற்றல் துறையின்(United States Department of Energy) உயிர்க்களங்களிலிருந்து எரிபொருள் எடுக்கும் திட்டம் (Fuels from Biomass Programme),



படம் 3 எரிபொருள் காடுகள், மதுரைப் பல்கலைக்கழகம்

(கோயல் தாவரப்பாத்தி யூக்கலிப்ட்டஸ், ஓசினா தாவரங்கள்)

இத்திட்டத்தின் கீழ் உயிர்க்கூள எரிபொருட்களைத் தயாரிக்க உதவும் தாவரங்களைப் பற்றியும், அவற்றை எரிபொருளாக மாற்றுவது தொடர்பாகவும் விரிவான ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. பாறை எண்ணெய்க்கு நீர்மநிலை உயிர்க்கூள எரிபொருள் ஒன்றினை உருவாக்கும் பணியில் ஆய்வாளர்கள் ஈடுபட்டனர். அவர்களது அரிய ஆராய்ச்சியின் பயனால் கேஸோஹோல் (gasohol) என்ற இவ்வெரிபொருள் 10 விழுக்காடு எத்தனாலையும் (ethanol) 90 விழுக்காடு கேசோலினையும் (gasoline) இணைத்துத் தயாரிக்கப்பட்டது. இன்று அமெரிக்க நாடுகளில் 2.000 எரிபொருள் நிலையங்களில் கேசோஹோல் விற்பனை செய்யப்படுகிறது.

மேலும், அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் நுண்ணிய கடல் பாசிகளிலிருந்தும் பெரிய மாக்ரோஸைடிஸ் என்ற கடல்பாசியில் இருந்தும் நீலப்பாசி, பலூான் பாசி என்றெல்லாம் அழைக்கப்படுகின்ற எக்கோர்னியா (Eichhornia crassipes) போன்றவற்றிலிருந்தும் எரிபொருள் பெறுவதற்கான முயற்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

இன்று உலகின் மூன்றிலொரு பகுதி மக்களின் எரிபொருளுக்காகக்காட்டிலிருந்து கிடைக்கும் விறகே பயன்படுகிறது. இக்காரணத்தால் ஆசிய நாடுகளின் கான்வளம் பெருவாரியாக அழிந்தது. கான்வளப் பாதுகாப்புப் பொருட்டு ஆசிய நாடுகள் உயிர்க்கூள ஆய்வுகளில் கவனம் செலுத்தின. காட்டி

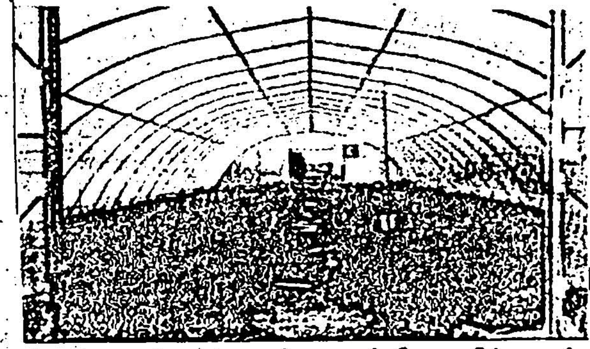


படம் 4. மரம், உலக ஆற்றல் வளம்

லிருந்து கிடைக்கும் விறகிற்குப் பதிலாக வேறொரு மாற்று எரிபொருள் சாதனத்தை அறிமுகப்படுத்தும் முயற்சியில் ஈடுபட்டன. இதன் விளைவாகக் கடந்த இருபது ஆண்டுகளில் இந்தியாவில் மட்டும் மாட்டுச் சாணம் (cow dung) பசுந்தழை போன்றவற்றி லிருந்து எரிபொருளைத் தயாரிக்கும் ஆயிரக்கணக் கான கோபார் வளிமக் கலன்கள் (Gobar gas plant) நிறுவப்பட்டுள்ளன. இக்கலன்கள் உயிர்க்கூளப் பொருட்களைக் காற்றில்லாச் செரித்தல் முறையில் எரிபொருளாக மாற்றுகின்றன. இதுபோன்ற முயற்சிகள் வங்காளதேசம், தாய்லாந்து, ஜப்பான் போன்ற நாடுகளிலும் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன, பாறை எண்ணெய் சார்ந்த எண்ணெய்ப் பொருட் களின் விலையைக் குறைப்பதற்காகத் தாய்லாந்து அரசு உயிர்க்கூளத்திலிருந்து சாராயத்தை உற்பத்தி செய்ய விருப்பம் காட்டுகின்றது. தற்போது தாய்லாந்து ஆண்டொன்றுக்குப்பத்து லட்சம் கிலோ லிட்டர் எத்தனாலை உற்பத்தி செய்கிறது. நாளொன்றுக்கு 200 கிலோ லிட்டர் எத்தனாலை உற்பத்தி செய்யும் திட்டமொன்றும் ஆய்வில் உள்ளது. பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டில் சுபாப்புல்லைப் (leucaena leucocephalla) பெருமளவில் வளர்க் கிறார்கள், இந்தச் சுபாப்புல் தோட்டங்களுக்கு மர ஆற்றல் கூப்புகள் (wood energy plantatoon) என்று பெயர், இக் கூப்புகளிலிருந்து கிடைக்கும் கரியைக் கொண்டு நாளொன்றுக்கு ஏறத்தாழ 50 மெகா வாட் மின் ஆக்கம் செய்கிறார்கள்.

இந்தியாவில் லக்னோவிலும், மதுரையிலும் உயிர்க்கூளம் சார்ந்த ஆய்வுகள் செய்யும் உயிர்க்கூள மையங்கள் (bio mas centres) உள்ளன, லக்னோ வில் தேசியத்தாவரவியல் நிலையத்திலுள்ள (National Botanical Research Institute, Lucknow) உயிர்க்கூள மையத்தில் வட இந்தியத் தட்டவெட்ப நிலைக்கு ஏற்ப எவ்வாறு உயிர்க்கூளத்தை அதிகரிக்கலாம் என்பது பற்றி ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன. மதுரைக் காமராசர் பல்கலைக் கழக உயிர்க்கூள மையத்தில், சுபாப்புல் (Leucaena) சவுக்கு(Casuarina) நீலகிரிமரம் (Eucalyptus) போன்ற தாவரங்களின் உயிர்க்கூள ஆக்கத் திறன் (productivity) சார்ந்த ஏராளமான ஆராய்ச்சிகள் நடக்கின்றன. இலட்சக் கணக்கான ரூபாய் விலை மதிப்புள்ள அதி நவீனக் கருவிகள் மூலம் இங்கு நடைபெறும் உயிர்க்கூளம் சார்ந்த ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்வுகள் குறிப்பிடத் தக்கவை. இம் மைய இயக்குநர் முனைவர் ஞானம் மூலம் தென்னாட்டிற்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட இரப்பர் தரவல்ல கேயல் (Pathenium angentatum) என்ற தாவரத்திலும் உயிர்க்கூள ஆய்வுகள் நடை பெற்றுவருகின்றன.

ஆப்பிரிக்காவின் பெரும்பான்மையான எரி பொருள் தேவையினை விறகும் விலங்குகளின் கழிவு களுமே நிறைவு செய்து கொண்டிருந்தன. தென் ஆப்பிரிக்கா, வட ஆப்பிரிக்கா போன்றவற்றின் பெரும் பகுதிகள் போதுமான விறகு கிடைக்காத காரணத்தால் கடுமையான எரிபொருள் பஞ்சத்திற் குள்ளாயின. இதனைச் சரிக்கட்ட தற்போது ஆண் டுக்கு 400 ஹெக்டர் நில அளவில் நீலகிரி மர உயிர்க் கூள ஆற்றல் கூப்புகள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஆப் பிரிக்க நாடுகளில் உயிர்க்கூள ஆய்வுகள் முன்னேற்ற மடையாதிருந்த போதிலும், நடை முறையில் சிறிய உயிர்க்கூள ஆய்வுத் திட்டங்கள் நடை முறைப்படுத் தப்பட்டு வருகின்றன.



படம் 5. காற்றுகள் கண்ணாடிப் பேழையில் வளர்தல்

நியூசிலாந்து 27 மில்லியன் ஹெக்டர் பரப்பளவு கொண்ட நாடு. இந்நாடு முதன்மையான போக்கு வரத்து வழியிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டிருப்பதால், பாறை எண்ணெய் உட்பட எல்லா பொருட்களும் ஆயிரக்கணக்கானகிமீ.தொலைவு கடந்துவரவேண்டி உள்ளது. தொடக்கக் காலத்தில் ஆற்றலின் தேவைக் காகக் காட்டிலிருந்து கிடைத்த விறகையே பயன் படுத்தி வந்தனர். பெரும்பான்மையான காடுகள் நசிந்து போன பின்னர், நீராவியால் ஓடும் போக்கு வரத்துஊர்திகளும்,தொழிற்கூடங்களும் நிறுவப்பட்டு அதற்கு எரிபொருளாகக் கரியைப் பயன்படுத்தினர் 1910 லிருந்து முப்பது ஆண்டுகள் வரை கரியே நியுசி லாந்தின் தலையாய எரிபொருளாக இருந்தது. நியுசி லாந்தின் அறிவியல், தொழிலக ஆராய்ச்சித்துறை (Department of Scientific and Industrial Research) மரத்திலிருந்து எத்தனால் என்ற எரி பொருள் தயா ரிக்கும் பணியில் ஈடுபட்டுள்ளது.

மரத்திலிருந்து எத்தனாலே பெறுவதற்கானமுறை மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது: முதலில் நீராற் பகுப்பு (hydrolysis) மரத்திலுள்ள கார்போ ஹைடி ரேட்டு (carbohydrate) கரையக்கூடிய சர்க்கரையாக மாற்றப் படுகிறது. மரத்திலுள்ள கார்போஹைடி ரேட்டில் ஏராளமான சர்க்கரை மூலக்கூறுகள் சங் கிலி வடிவில் அமைந்துள்ளன. இத்துடன் தண்ணீர் சேரும்போது சங்கிலி வடிவச் சர்க்கரை மூலக்கூறுகள் தனித்தனிச்சர்க்கரை மூலக்கூறுகளாகப் பிரிந்து விடு கின்றன, நீரிடைச் சேர்மப்பகுப்பினை விரைவுப் படுத்த 0.5 சதவிகித நீர்த்த கந்தக அமிலம் (dilute

sulphuric acid) பயன்படுத்தப்படுகிறது. நீராற் பகுப்பு முடிந்த பின்னர் தேவையான அளவு சுண்ணாம்பைச் சேர்த்து அதிகமாகஉள்ள கந்தகஅமிலம் மாற்றப்படுகிறது. இரண்டாவதாக நொதித்தல் (fermentation) நீராற் பகுப்பு மூலம் பெறப்பட்ட சர்க்கரைக் கரைசலுடன் ஈஸ்ட்டு (yeast) என்ற நுண்ணுயிரைக் கலந்து நொதிக்க வைக்கிறார்கள். நொதித்ததினால் சர்க்கரையானது எத்தனால் என்ற எரிபொருளாகவும், கார்பன் டை ஆக்சைடாகவும் மாற்றப்படுகின்றது. ஒருகிலோ சர்க்கரையிலிருந்து 0.48 கிலோ கிராம் எத்தனாலும் 0.47 கிலோ கிராம் கார்பன் டை ஆக்சைடும் கிடைக்கும். மூன்றாவதாக வடித்துப் பகுத்தல் (distillation), நொதித்தல் முறையில் பெறப்பட்ட எத்தனாலுடன் தண்ணீர் பெருமளவில் இருக்கும். இத்தண்ணீரை மாற்ற 120°C வெப்பநிலையிலுள்ள நீராவியைச் செலுத்தி, தேவையற்ற தண்ணீர் ஆவியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. வடித்தல் முறையில் பெறப்படும் எத்தனால் 95 விழுக்காடு தூய்மையாக இருக்கும். எஞ்சியுள்ள 5 விழுக்காடு தண்ணீர் சுண்ணாம்பு ஆக்சைடு (calcium oxide) கலந்து மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு மரத்திலிருந்து எத்தனால் பெறப்படுகிறது.

பதினொரு கிலோமீட்டர் நீளமும் பத்து கிலோமீட்டர் அகலமும் கொண்ட சவுக்கு மரக் காட்டினை உருவாக்கி, நன்முறையில் பராமரித்தால் தமிழ்நாடு முழுவதற்கும் தேவையான மொத்த மின் ஆக்கத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கினை இதிலிருந்து கிடைக்கும் கரியைப் பயன்படுத்தித் தொடர்ந்து பங்கீடு செய்ய முடியும் என்று மதுரைக் காமராசர் பல்கலைக் கழக உயிர்க்கூள மைய இயக்குநரும் கிழக்கத்தியநாடுகளுக்கான தாவர எரிபொருள் அறிவியல் குழுவின் ஒருங்கிணைப்பாளருமான பேராசிரியர் முனைவர் திருஞானம் குறிப்பிடுகிறார்கள். வீட்டைச்சுற்றி இருக்கும் இடங்களில் பராமரிப்பின்றியே எளிதில் வளரும் கூபாப்புல் (leucaena) சவுக்கு (casuarina) நீலகிரிமரம் (eucalyptus) போன்ற தாவரங்களைப் பயிரிட்டுத் தங்களுக்குத் தேவையான எரிபொருளை மிகக் குறைந்த செலவில் பெற்றுப்பயனடையலாம்.

நூலோதி

1. நாஞ்சில், சிவா, விஞ்ஞான வீதியினிலே, அறிவியல் கட்டுரைத் தொடர், கைவிளக்கு மாத இதழ், 1983-84, ராமவர்மபுரம், நாகர்கோயில்.
2. Goodmon L.J., Love R.N., Biomass Energy Projects. Pergomon Press, Newyork, 1982.
3. Chenrychen, The Development of Biogas Utilisation in China Biomass, International journal Vol.1, No.1, September, 1981 Applied Science Publishers Ltd., London, 1981.
4. Ernvest Bouvetned Norl, Suzor, L.C. Biomass Conversion into Electrical Energy at Laupahoehoe and Honokaa Sugar Companies, January 24, 1971,
5. Pitt, w.w., Genang, R.K., Energy conservation and Production in a packed bed anaerobid bioreactor, Energy from Bio mass and wastes Lake Buena Vista, Floriba, Institute of gas Technology, Chicago, Ilinois, 1980.
6. Schellenbach, S., Imperial Valley bio-gas Project operation and methane production from cattel manure, October 1978 to November 1979, Symposium papers, Energy from Biomass and Wastes IV. Lake Buena Vista, Florida. Institute of Gas Technology, Chicago, Illinois, U. S. A., 1980.
7. Singh, R. B., Bio-gas Plant, Generating Methane from organic Wastes, Gobar Gas Researco Station, Ajitmal Etwah, India, 1981.

ஆற்றல், கடல் ஓத

கடல் ஓதம் (tide) தோன்றுவதற்கான அடிப்படைக் காரணங்களை நியூட்டன் விரிவாக எடுத்துரைத்துள்ளார். கடல் மீதமைந்த நீரின் மூலக்கூறுகள் சூரியனாலும், நிலவினாலும் ஈர்க்கப்படும்போது கடல் ஓதங்கள் தோன்றுகின்றன என்ற அவரது விளக்கம், நிலவினால் உயர் கடல் ஓதம் தோன்றும் கால வேறுபாடுகளையும், ஓர் அலை நிலவு மாதத்தின்போது (half lunar month) கடலலைகளின் எல்லை மாறுபடுவதையும், நிலவும் சூரியனும் தகுந்தவாறு இணையும் போது தோன்றும் கடல் நீரின் வேனில் ஓதங்களையும் (spring tides) உடனடியாக விளக்கின. புவியின் ஓரிடத்திற்கும், மற்றோர் இடத்திற்கும் உள்ள கடல் ஓத வேறுபாடுகளை நியூட்டனால் விளக்க முடியவில்லை. எடுத்துக்காட்டாக நியூட்டனினுடைய விளக்கங்கள் கீழ்க்காணும் நிலைகளைத் தெளிவாக்கவில்லை. அலை, தாஹிதியிலுள்ள (tahiti) உயர்ந்த கடல் ஓதங்களும், தாழ்ந்த கடல் ஓதங்களும் நிலவின் நிலையைச் சாராமல், ஒவ்வொரு நாளும் அதே நேரத்தில் தோன்றல் மாண்டில் புனித-மைக்கேல் என்ற இடத்தில் (Mount Saint - Michael) இரான்சு பொங்கு முகத்தில்(பிரான்சு) (Rance esturary france) கடலலையின் இடைவெளி (tidal range) 13 மீட்டர்கள் அளவிற்கும் மேலாக இருக்க, நடு நிலக்கடலில் (mediterranean) இக்கடலலையின் எல்லை சில டெசிமீட்டர்கள் அளவிலேயே இருத்தல், ஒவ்வொரு நாளும் கடற்கரை நெடுகிலும் கடலலைகளின் இரட்டிப்புத் தாக்குதல் (double impulse) காரணமாக அலை எழுச்சி தணிந்து கடலலைகள் கரையில் பாய்வதற்கான காரணம் அட்லாண்டிக் கடலில், பாய்வுத்

திருப்பமும் நீர் மட்டத்தின் உயரமும் ஒரே காலத்தில் நிகழுதல், இத்தகைய நிகழ்ச்சி ஆங்கிலக் கால்வாயில் (English Channel) காணப்பெறாம்லிருத்தல், டோன்கின்னில் (Tonkin) டா-சன (Do-son) என்ற இடத்தில் ஒவ்வொரு 24 மணி நேரத்திற்கும், ஓர் உயர் ஓதம் (high tide) மட்டும் தோன்றுதல் என்பனவாகும். பல்லாண்டுகளாக நிலவிய இப்புதிர்களுக்கான விளக்கங்கள், அலை ஒத்திசைவு நிகழ்ச்சியால் (resonance phenomena) கடல் ஓதங்கள் ஆய்வு செய்யப்பட்டதால் உருவாக்கப்பட்டன.

1774ஆம் ஆண்டு லாப்லாஸ் (Laplace) என்பவர், கடல் ஓதத்துக்கான கோட்பாட்டுடன் நீர்ம இயக்கத் தத்துவத்தைப் (hydro dynamics) புகுத்தி அலை ஒத்திசைவு என்ற கருத்தினை (concept of resonance) உருவாக்கி நிலவுக்கும் சூரியனுக்கும் ஆன காலங்களுக்கிடையிலும், ஆங்கிலக் கால்வாய் போன்ற இடங்களிலும் இன்னும் பல்வேறுபட்ட நீர்ப் படுகைகளிலும் (water basins) உண்டாகும் அலைவுகளின் அலைநேரத்திற்கு (oscillatery periods) விளக்கமளித்தார். அலைகளின் தோற்றத்திற்கான அடிப்படைக் காரணங்களின் மீது நியூட்டன் தமது கவனத்தைச் செலுத்தினார். ஆனால் அவரைப் பின்பற்றிய அறிவியல் அறிஞர்கள் அலைத் தோற்றங்களின் மூல காரணத்திற்கான (prime cause) பல்வேறுபட்ட நீர்ப் பகுதிகளின் துலங்கல் சிறப்பியல்புகள் மீது (response characteristics) தங்கள் கவனத்தைச் செலுத்தினர். இருபதாம் நூற்றாண்டின் முதற் பாதியில், ஆலர், பெலிடர், போனபைல், கேகுவாட், ஜிப்ராட், ஜெப்ரி, லேகாம்ப் (Allar, Belidor, Bonne-file,, caquot, Gibrat, Jeffreys Lacombe) மற்றும் பலரால் இப்பிரச்சினை வெகுவாக ஆராயப்பட்டது.

நிலக்கோளத்தின் மேலுள்ள நீரின் மூலக்கூறுக்கு, நிலவு ஈர்ப்பு, தரும் நிலக்கோள ஈர்ப்பு விசையைக் காட்டிலும் ஆறு மில்லியன் மடங்கு குறைவானது. அதேபோன்று சூரியன் நிலக்கோளத்தின் மேலுள்ள நீரின் மூலக்கூறினை ஈர்க்கும் விசை நிலவு நிலக்கோளத்தின் மேலுள்ள நீரின் மூலக்கூறினை ஈர்க்கும் விசையைக் காட்டிலும் குறைவாகும். கீழ்க்காணும் குறிப்புகள் பிரான்சு நாட்டின் கடல் மின் நிலையங்களுக்கான (tidal power stations) மின் கழகத்தின் அறிவுரை வழங்கும் பொறிஞரான இராபர்ட் கிப்ராட் (Robert Gibrat) என்பவரால் கடலலை ஆற்றலுக்கான ஏடுகளைக் கண்டறிந்து விளக்கப்பட்டவையாகும். அடிப்படையில் நியூட்டன் கருதியது போன்று, கடலின் கட்டற்ற பரப்பு (free surface) சமநிலையில் (equilibrium) அமைகின்றதெனக் கருதும்போது நிலக்கோள ஈர்ப்பு விசையின் கிடைநிலைக் கூறின் வேறுபாட்டின் காரணமாக சில டெசிமீட்டர்கள் அளவிலும், ஈர்ப்பு விசையின் குத்துநிலைக் கூறின் வேறுபாட்டின் காரணமாக 0.9 மீட்டர் (2.95 அடி) அளவிலும் கடலலைகள் அடையும். ஆனால் மான்ட் புனித மைக்மேல் என்ற இடத்தில் ஏற்படும் 13 மீட்டர் அலைக்கு இவ் விளக்கம் பொருந்துவதாக இல்லை. அலைகளைப் பற்றி முழுமையாக அறிந்திட நியூட்டனுடைய கோட்பாடு போதுமானதாக அமையவில்லை. கடலின் பரப்பு சமநிலையில் அமையாததால், நீரானது முன்னும் பின்னும் பாய்ந்து ஓய்ந்த நிலைக்கு (rest) எப்பொழுதும் வருவதில்லை. ஆங்கிலக் கால்வாயில் அமைந்த மிகப் பெரிய அளவு கடலலை ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய கடலலை மின் ஆக்கத் திட்டத்திற்கு, கடல் ஓத நிகழ்ச்சியைப் (tidal phenomena) புது முறைகளைக் கொண்டு ஆய்வுகளைத் தொடர வேண்டும். கடலிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஆற்றலுக்கும் உண்மையாகவே கடலினால் ஓத ஆற்றலாக வழங்கும் ஆற்றலுக்கும் உள்ள வீதத் தொடர்பினைப் புறக்கணிக்கக் கூடாது. ஏனெனில் நாம் கடலலைகளின் ஒத்திசைவைக் கருத்தில் கொண்டுள்ளமையால் இவ்வொத்திசைவு எதிர்பாராத நேரங்களில் கிடைக்கின்றன. முதன்மை அளவுருக்களின் வேறுபாடுகளுக்கு இந்த அலை ஒத்திசைவு உடனடியான விளைவுகளைக் காட்டக் கூடியதாய் அமைகின்றது. ஒரு பெரிய கடல் மின் நிலையத்தை நிறுவ எண்ணும்போது, இதற்கு முன்னர் அமைந்த கடலலைகளின் நிலைகளைத் தற்போதுள்ள கடலலைகளின் நிலைகள் எவ்வளவில் மாற்றம் செய்துள்ளன வென்பதை நாம் அறிய வேண்டியது மிகவும் தேவையாகின்றது.

அடிப்படை நிலையிலமைந்த சில கணக்கீடுகள் முக்கிய கருத்துக்களைத் தெளிவாக்கிக் கடல் மின் ஆக்க முறைகளைக் காணத் தூண்டுகின்றன. கடலலை ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவது மிகவும் எளிது. விரிகுடா (bay) அல்லது பொங்குமுகத்தில், கடலிலிருந்து, நீர்நிலையைப் (basin) பிரிக்க ஓர் அணை கட்டப்பட வேண்டும். கடல் நீர் கடலலைகளினால் முன்னும் பின்னும் பாயும்போது, அந்நீரினைக் கொண்டு, இரு பக்கங்களிலும் இயங்குவதற்கேற்ற தகுந்த மின் ஆக்கி அணிகளினால் மின் ஆக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். கடலலையின் உயர்ந்த மற்றும் தாழ்ந்த நீர்மட்ட வேறுபாடு கடலலையின் இடைவெளி (range) A ஆகக் கொள்ளும்போது இந் நீர் மட்டங்களுக்கிடையே உயரம் A அளவிற்கும் கீழே V பருமன் அளவு நீர் தேக்கப்படும்போது, ஒவ்வொரு கடலலையின்போதும், பயன்படுத்தத் தக்க ஆற்றல் ஏதும் இருக்குமானால் அதன் உச்சவரம்பு எவ்வளவாக இருக்கும்? இக்கணக்கீடுகளை மேலும் எளிமையாக்க எந்திரங்களின் இயங்கு திறமை ஒன்று என்று கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். மேலும் பயன்படுத்தும் வெளியேற்றங்களுக்கு (discharges) எவ்விதக் கட்டுப்பாடும் இல்லையென்பதையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

உயரம் H ஆக இருக்கும்போது, வெளியேற்றம் q ஆக இருக்குமானால் வெளியீட்டுத் திறன் அளவு (power output) qH ஆகும். உயரம் Z இல், நீர்நிலை யின் (pool) பரப்பளவு S (z) ஆக இருக்கும்போது dz அளவு உயரத்திலமைந்த நீரினை மின் ஆக் கத்திற்காக வெளியேற்றிக் காலி செய்யும்போது மின் திறன் அளவு S (z). z.dz ஆகும். ஒரு சுழற்சிக்கான ஆற்றல் ஆக்கம்,

$$\int_{0}^{A} S(z)\, dz \qquad \text{(வெளியேற்றும் போது)}$$

$$\int_{0}^{A} S(z)\ (A-z)\, dz \qquad \text{(நிரப்பும்போது)}$$

ஆகும். கடல் மட்ட உயரம் O அல்லது A ஆக இருக் கும் போது, கடலலை மறுபடியும் திரும்பும் போது கிடைநிலைப் பிரிவுகள் (horizontal sections) காலி யாக்கப்படும் அல்லது நிரப்பப்படும் என்று கருத்திற் கொள்ள வேண்டும். மேற்கூறப்பட்ட எளிமையாக் கப்பட்ட கருத்தின்படி, இரண்டு முறைகளில் வேலை செய்யும் ஒரு சுழற்சிக்கான மொத்த ஆற்றல்

$$\int_{0}^{A} S(z)\, dz = AV$$

ஆகும். கடலலையின் இடைவெளிக்கும் (A) பயன் படுத்திய பருமன் அளவு நீருக்கும் (V) உள்ள பெருக் கற்பலன் மொத்த ஆற்றலாகக் காட்டப் பெறுவது எல்லா வடிவ நீர் நிலைக்கும் பொருந்துவதாகும். இந்த அளவு ஒரு நீர் நிலையில் உள்ள அலையின் இயற்கை ஆற்றலாகும்.

A உயர அளவில் (head) நீர் நிலையில் நுழை யும் ஒவ்வொரு பரு மீட்டர் அளவுள்ள நீரும் பயன் படுத்தப்பட்டுவிடுகிறது. எல்லா அலைகளும் அதே எல்லை A யைக் கொண்டுள்ளபோது ஒவ்வொரு பரு மீட்டர் அளவு நீர்நிலைத் தேக்க அளவிற்கும் (bazin storage capacity) இந்த 705 அலைகளினாலும் படிப்படியாக நீர் சேர்க்கப்பட்டு 705 மட்டை (head) ஆண்டின் இறுதியில் தேக்கத்தில் பெறலாம். 24 ம. 50 ம.து 28 நொ நீளமுடையது. இதற்கு மாறாக ஓர் ஆண்டின் நாள் 24 மணி கொண்டது.

இவ்வாறாக,

2×365 86,400 நொ / 89,428 நொ = 705 ஓதங்கள்

எவ்வாறிருப்பினும் A இன் அளவு ஆண்டு முழுதும் வேறுபடுகின்றது. பருமன் அளவு V, A ஐச் சார்ந்துள்ளதால், இப்பருமன் அளவும் ஆண்டு முழுதும் வேறுபடுகின்றது. ஏனெனில், நீர் நிலையா னது முழுதுமாக நிரம்புவதோ காலியாவதோ இல்லை. உச்ச எழுச்சியலைகள் உண்டாகும்போது மட்டுமே நீர்நிலை நிரப்பப்படுகிறது. அல்லது காலி யாக்கப்படுகின்றது. அலையெழுச்சி பரவல் நிகழ்வு (surge wave propagation phenomena) இவ்வாறு அமைவதில்லையென்று தெரிகிறது.

1942 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்திலிருந்தே பிரான்சில் அறிவியல் அறிஞர்களால் செய்யப்பட்ட அளவுப்படிமச்சோதனைகளில்(scale-model test)AVஐ எப்படித் தாண்டுவதென்று எடுத்துக் காட்டப்பட் டது. நீர்மட்ட அளவு A ஐக் கொண்ட உயர் அலை செல்லும்போது அதனுடைய நீரின் ஆற்றலைப் பயன் படுத்தாமல், கதவுகள் (gates) திடீரெனத் திறக்கப் படுகின்றன. கடலின் பொங்குமுகம் வரையில், உயர்ந்திடும் வீச்சினைக் கொண்ட ஓர் அலை பரவி (propagated) மறுமுனையில் எதிரடிக்கப்படுகின்றது. அணையில் அலை திரும்பும்போதும், அலையின் பாய்வுத் திசை மாறும். சரியாக அச்சமயத்தில் கதவு கள் மூடப்படுகின்றன. இறுதியாக நீர்ப்பரப்பு நீர் மட்டம் Aஐக்காட்டிலும் உயர் அளவில் நிலை கொள் கின்றது. ஓர் அளவுப் படிமத்தில் (scale model) 1.5 அளவு எவ்வித முயற்சியுமின்றிக் கிடைக்கின்றது. நிலைத்த குறுக்கு வெட்டினைக் கொண்ட ஒரு செவ் வக வடிவான வாய்க்காலில் இழப்புகள் இல்லாது இருக்கும்போது, நீர்மட்டம் கருத்தியலாக 2A அள வினை அடைகின்றது; இந்த முறையில், நிரப்பும் போது ஆற்றல் மாற்றம் சுழியாகும், தாழ்ந்த அலை யில் தளர்ந்த நீரில் காலி செய்யும்போது ஆற்றல் மாற்றம் $1/2\ S\ (2A)^2 = 2\ SA^2 = 2AV$ ஆகும்.

இவ்வாறாகக் கிடைக்கும் ஆற்றல், இயல்பு ஆற் றலைக் காட்டிலும் இருமடங்காகும். இப்படிப் புரி யாப் புதிர் ஒன்று தோன்றுகிறது. இவ்விளைவு அலையெழுச்சியினால் உண்டாக்கப்பட்டதென்றும், இவையாவும் இயற்கையினால் செய்யப்படுகின்றன வென்றும் நாம் நம்ப வேண்டியதாகின்றது. இதற் கான விடை மாறாகவே அமைகின்றது. ஏனெனில், மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்த உண்மையான சுழற்சிகளின் முன்னோடியான (forer unner of the complex real cycles) நீர் ஏற்றத்தை (pumping) உள்ளடக்கிய இரு வேலைச் சுழற்சிகளைப் (double working cycle) பயன்படுத்தும் ஒரு தனித்த நீர் நிலையில், மின் வலையிலிருந்து (grid) ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதை ஒருவர் காணலாம். கீழ்க்காணும் நான்கு நிலைகளை இதில் கவனிக்கலாம்.

சுழற்சியின் இறுதியில், தாழ்ந்த அலை மட்டத் தில், நீர்நிலை காலியாக்கப்பட்டு, கதவுகள் (gates) மூடப்படும்போது, மின் வலையிலிருந்து மின் ஆற்ற லைப் பயன்படுத்தி அணையிலிருந்து கடலுக்கு நீரை எக்கியின் வழியாக வெளியேற்றி, நீர் நிலையின் மட்டம் B அளவிற் குறைக்கப்படுகின்றது. பயன் படுத்திய ஆற்றல்

$$E_p = \int_{-B}^{O} S(z)dz\ (z \geq O) \qquad \text{ஆகும்.}$$

அலை உயர்ந்து, உச்ச அலையில் நீர் தளந்திருக்கும் போது, நீர்நிலை நிரப்பப்படுகின்றது. உண்டாகும் நீர் நிரப்பும் ஆற்றல் கீழ்க்காணுமாறு அமையும்.

$$E_r = \int_{-B}^{A} S(z)(A-z)dz \quad (-B \leq z \leq A)$$

அலை திரும்பும் போது கூடக் கடலிலிருந்து நீர் நிலைக்குப் பம்பின் வழியாக இரண்டாம் முறையாக மின் அலையிலிருந்து மின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி, நீர் செலுத்தப்படுகின்றது. இப்போது நீரின் மட்டம் C அளவிற்கு உயர்கின்றது. இவ்வாறு பயன்படுத் திய ஆற்றல்,

$$E^1_p = \int_{A}^{C} S(z)z\text{-}A)\ dz \quad (A \leq z \leq C)$$

தாழ்ந்த அலைத் தளர்வில், A நீர் நிலையானது மட்டத்திலிருந்து சுழி மட்டத்திற்குக் காலி செய்யப் பட்டு, கீழ்க்காணும் ஆற்றல் அளவு உண்டாக்கப் படுகின்றன.

$$E_v = \int_{C}^{O} S(z)dz \quad (O \leq z \leq C)$$

நீர் இறைப்பிற்காகவும், ஏற்றத்திற்காகவும் E_p மற் றும் E_p^1 ஆற்றல் அளவு மீதமாகக்கிடைக்கின்றது.

$$E_r + E_v - E_p = A\int_{-B}^{C} S\ (dz) = A\ (V + V_p + V^1_p)$$

மாற்றம் செய்யப்பட்ட ஆற்றல், இயல்பு ஆற்ற லுடன் A மடங்கு மொத்தம் பருமன் அளவு நீர் ஏற்றத்திற்குச் சமமாகும். $z > A$ ஆக இருக்கும்போது நீர்நிலையின் பரப்பளவு பெரிதாகச் செய்யலாம். இந்த மொத்தப் பருமன் அளவினை விரும்பத்தக்க அளவில் பெரிதாகச் செய்யும்.

நீர் ஏற்ற இறக்கத்தினைக்கொண்டு வேலை செய்யலாம்.

நீர் ஏற்ற இறக்கத்தினைக் கொண்டு வேலை செய்யும் இரு வேலைச் சுழற்சியினைக் (doublc working cycle) கொண்ட ஒரு நிலையம் எவ்விதக் கட்டுப்பாடுமின்றி, நிலையக் கட்டுப்பாட்டிற்கு அப் பாற்பட்ட காரணங்களால் ஆற்றலைப் பயன்படுத்து வது இயலாமற் போகும் சூழ்நிலைகளைத் தவிர, மற்ற சூழ்நிலைகளில்ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாய் அமைகின்றது.

இதுவும் அவ்வாறு ஏன் அமையவில்லையென் பதைப் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். இல்லாவிடின் ஒரு மின் கம்பியாளர் செய்யும் தவறினையே இத் தகைய ஆய்வினை மேற்கொள்ளும் ஒருவர் செய்ய நேரிடும். அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னிலைப் புள்ளியில் மின் அழுத்த அளவை வோல்ட்டில் மட்டும் கண்டறிந்து, மின் பயனீட்டுக் கருவியை (appliance) மின் கம்பிகளுடன் இணைப்பதால் தோன்றும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சியினையும் (voltage drop). தறுவாய் மாற்றத்தையும் (phase change) கணக்கில் கொள்ளாமல், கிடைக்கும் மின் திறனைக் (available wattage) கணக்கிடும் ஒரு மின் கம்பி யாளர் செய்யும் தவறினையே கடலலைக் கணக் கீடுகளைச் செய்யும் ஓர் ஆய்வாளர் செய்ய நேரி டும். மின்கணக்கீட்டில் இணைக்கும் மறிப்பைக் (impedance) கணக்கில் கொள்ளாமல் மறப்பது பெருந்தவறுகளை உண்டாக்கும். இந்த நிலையில் கடலலைகளின் ஆற்றல் மாற்றத்திற்கான இயற்பியல் முறைகளை ஆராய்ந்து புரிந்து கொள்வது தேவை யாகின்றது. ஒரு கடல்மின் நிலையத்திற்குக்(power station) கடலலைகளால் பரப்பப்பட்டு உட்கொள் ளப்பட்ட ஆற்றல்கடலலையின்இடைவெளியினையும் கடல் நீரோட்டங்களின் இடைவெளியினையும் மாறு பாடு அடையச் செய்து கடலலைகளின் ஆற்றல் நகர்வினை (movement of energy) மாற்றுகின்றது. கொடுக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் இதற்கு ஓர் இயற்கையான வரம்பு (natural limit) அமை கின்றது. ஆனால் நீர்நிலையின் கொள்ளளவும், கடலலையின் இடைவெளியும் (basin capacity and tidal range) போதிய அளவில் இல்லாமையினால் அவ்விடைவெளியினைத் தீர்மானிக்க இயலவில்லை.

ஆறுகளின் ஆற்றல் ஒப்புமை உதவியாக அமை யலாம். ஓர் ஆற்றின் மீது ஓர் அணையைக் கட் டும்போது, அவ்வணையின் ஆற்றல் ஆக்கம் தினை அவ்வணை உருவாக்குவதற்கு முன்னர் இயற்கை வழிகளில், பெருநீர்ச் சுழிகளாலும் (whirl pool) சிறுநீர்ச் சுழிகளாலும் (eddies) மற்றும் பல் வேறுபட்ட வடிவங்களிலான உராய்வு இழப்புக்க ளாலும் சிதறிய ஆற்றல் அளவுகளைக் கொண்டு கணக்கிடப்படுகின்றது. மேலும் மாற்றம் செய்யப் படும் ஆற்றலின் வரம்பு (transfotmation energy limit) இந்த இழப்புகளின் மொத்தம் ஆகும். இது போன்றே அலையினால் சிதறடிக்கப்பட்ட ஆற்றலினை அதன் இயற்கை வரம்பு என நாம் கருதலாமா? இதற்கான விடை இல்லை என்பதேயாகும். ஏனெனில் கணக் கீடுகளிலிருந்து அறிவது யாதெனில், பிரான்சில், இரான்சு பொங்குமுகத்தில் (rance estuary) உராய்வு வழியாகக் கடலலைகளின் சராசரித்திறன் சிதறல் (mean power dissipated) 60,000 கிலோ வாட்டுகள் ஆகும். இந்த அளவு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் பயன் படுத்தத் தக்கதான ஆற்றலைக் (utilizable energy) காட்டிலும் மிகப் பெரியது. வான்வெளிப் பொருள் களால் (heavenly bodies) இப்பொங்குமுகம் முழு மைக்கும் வழங்கப்படும் கூடுதல் திறன் 1,000 கிலோ வாட்டுகளுக்கும் குறைவாகும். இவ்வாறாக மேலும் ஒரு புதிர் தோன்றுகின்றது. ஆங்கிலக் கால்வாய் முழுமைக்கும் சராசரியாக மொத்தத் திறன் சிதறல்

(total power dissipated) 157 மில்லியன கிலோவாட்டுகள் என மதிப்பிடப்படுகின்றது.

கடலோத ஆற்றல் தனித்தன்மை வாய்ந்த ஒன்றாகும். இதனுடன் ஓர் ஆற்றின் ஆற்றலை ஒப்புமைப் படுத்த முடியாது. அவ்வாறு ஒப்புமைப் படுத்த முயலும்போது பெருந்தவறுகள் தோன்றுகின்றன. கடலலை ஆற்றலினை வழங்கும் கடல் ஓத நிகழ்ச்சி (tidal phenomenon) அலை ஒத்திசைவை (resonance effect) அடிப்படையாகக் கொண்டது. இவ்விளைவு மிகவும் தனித்தன்மை வாய்ந்த ஒன்றாகும். மேலும் அத்தகைய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும்போது அது கடல் ஓத வட்டாரங்களில் (tidal regime) மாறுபாடுகள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாய் அமைந்து அதனால் இக்கடலோத வட்டாரங்கள் பெருந்தொலைவுக்குப் பரப்பப்பட்டு, தொடக்கத்திலிருந்த நிலையினைப் பெரிதும் மாற்றம் செய்கின்றன.

ஜெப்ரீயின் கணக்கீடுகளிலிருந்து உலகம் முழுதும் கடலலைகளால் சிதறடிக்கப்பட்ட சராசரித் திறன் 1,100 மில்லியன் கிலோவாட்டுகளாகும் என்று அறிகிறோம். இதில் பெரும்பான்மையான திறன் ஆழமற்ற, குறுகிய கடல்களான ஆங்கிலக் கால்வாய், ஐரிஷ்கடல், வடகடல் (north sea) மற்றும் பெருங் கடற் கால்வாய்களிலிருந்து வழங்கப்படுவதாகும். இத்திறன் மொத்தத் திறன் அளவில் 70% ஆகும்.

ஜெப்ரீ இக்கணக்கீடுகளைச் செய்த காலத்தில் (1952) நிலவு நகருவதற்கும், கோட்பாட்டின் வழியாகக் கணக்கீடுகளில் கண்டறிந்த விடைகளுக்கும் உள்ள ஒப்பீட்டின் விளைவாக வான ஆராய்ச்சியாளர்கள் (astronomers) வான்வெளி இயக்கம் சார்ந்திராத எஞ்சியுள்ள உலகியல் சார்ந்த முடுக்கம் (residual secular acceleration) இருக்க வேண்டும் என்று கருதினர். நிலக்கோளத்தின் சுழலும் வேகம் (rotational speed) குறைகின்றதென்றும் அதனால் 1400 மில்லியன் கிலோவாட்டுகள் திறன் வெளியாகின்றன வென்றும் விளக்கப்பட்டன. இவ்வகையில் கணக்கிடப்பட்ட அளவுகள் ஜெப்ரியின் கணக்கீடுகளில் கண்டறியப்பட்ட அளவுகளுடன் பொருந்தியுள்ளன. இதன் விளைவாக நிலக்கோளத்தினுடைய சுழற்சியின் காரணமாய்க் கடலலைக்கான திறன் கடல் நீருக்கும் கடலின் படுகைக்கும் இடையில் ஏற்படும் உராய்வினால் பெறப்படுகிறதென்றும் இதனால்தான் பூமியின் சுழற்சி குறைகின்றதென்றும் கூறப்பட்ட விளக்கங்கள் மிகவும் பொருத்தமாகத் தோன்றின.

1960 ஆம் ஆண்டுகளின் தொடக்கக் காலங்களில், இவ்விளக்கம் சரியென ஏற்றுக் கொள்ள முடியாத நிலை ஏற்பட்டது. அணுக்கரு ஆற்றலால் இயங்கும் நீர்மூழ்கியான (nuclear submarine) நாட்டிலியசில் (Nautilus) கண்டறியப்பட்ட குறிப்புகளிலிருந்து ஜெப்ரினுடைய எண்களை ⅔ பங்கிற்குக் குறைக்க வேண்டும் என்று அறிகிறோம். மேலும் சில புகழ்மிக்க வான ஆராய்ச்சியாளர்கள், நிலக்கோளத்தினுடைய சுழலும் வேகம் நிலையாக இருக்கும் என்றும் கருதினர். பலவித அறிவியற் கருத்துக்கள் இருந்த போதிலும், முழுமையாக நிறுவப்படாத அடிப்படைத் கேள்வி கடலலையின் ஆற்றலின் மூலமாக அமைவது சூரியனுடைய வெப்ப ஆற்றலா அல்லது நிலக்கோளின் இயங்கு ஆற்றலா என்பதாகும்.

கடல்மின் திறன்நிலையங்கள். வரலாற்றின் இடைநிலைக் காலங்களிலிருந்தே, கடலலைகள் ஆற்றல் வாயிலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக, பன்னிரண்டாம் நூற்றாண்டு முதற்கொண்டே பிரான்சு நாட்டில் பிரிட்டானி என்னும் இடத்தின் கடலோரப் பகுதிகளில் நீராலைகளை (water mills) இயக்கிக் கடலலையின் திறன் பயன்படுத்தப்பட்டது. 20 ஆம் நூற்றாண்டின்போது ஆற்றல் வகை குறைந்த விலையில் கிடைத்தமையால் இப்பயன்பாடு படிப்படியாகக் குறையலாயிற்று. இருப்பினும், சில சிறிய கடலலைகள் 1959 ஆம் ஆண்டில் இயக்கத்தில் இருந்தன. இந்த நேரத்தில் தான் பிரான்சு நாட்டின் மின்கழகம் உலகத்தின் மிகப் பெரும் கடல் மின் நிலையத்தை இரான்சு ஆற்றின் கடலோரப் பொங்குமுகத்தில் (புனித மாலோடினார்டு, பிரிட்டானி) நிறுவுவதற்கு முடிவெடுத்தது. கடலலை ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதை நன்கு புரிந்து கொண்டு, மிகப்பெரும் முன்னேற்றங்களைப் பிரான்சு நாட்டினர் செய்துள்ளனர்.

இரான்சு பொங்குமுகத்தில் தேவையானசாதனங்களைப் பொருத்திப் பேரளவில் மின் ஆக்கம்(2,40,000 கிலோ வாட்டுகள்) செய்யத் தேவையான ஆய்வுகள் இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திலேயே தொடங்கப்பட்டன. ஆனால் இதற்கான விரிவான வடிவமைப்பும் கட்டுமானமும் 1960 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கம் வரையில் தொடங்கப்படவில்லை. 1967 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்கள் தொடக்கத்தில்தான் 24 சுழல்மின் ஆக்கி (turbo alternator) அணிகள் இறுதியாக இணைக்கப்பட்டன.

இந்த நிலையத்தின் வெற்றிகரமான இயக்கம் மூன்று முதன்மையான கூறுகள் உருவாகக் காத்திருக்க வேண்டியதாயிற்று. அவையாவன, முழுமையாக இல்லாவிட்டாலும், பேரளவில் கடலலை நிகழ்வைப்புரிந்து கொள்ளுதல், (2) குமிழ் வகை (bulb unit) சுழலி மின் ஆக்கி அணி உருவாதல், இருபக்கப் பாய்விலும் குறைந்த உயரங்களில் இயக்கத் தக்கதாயும், இந்த அணியே எக்கியாக வேலை செய்வதற்கு ஏற்றதாயும் வடிவமைக்கப்படல், இரான்சு பொங்குமுகத்தைத் துண்டித்தலும் இவ்வாறு துண்டிப்பதால் ஆற்றில் அணை கட்டப்பட்டு, உச்சப் பாய்வான 18,000 பரு மீட்டர்/நொடி அளவுள்ள நீரை வெள்ளக் காலத்திலும், வடியும்போதும் தேக்கி வைத்தல் என்பனவாகும். முதலில் கூறப்பட்ட கூறில்,

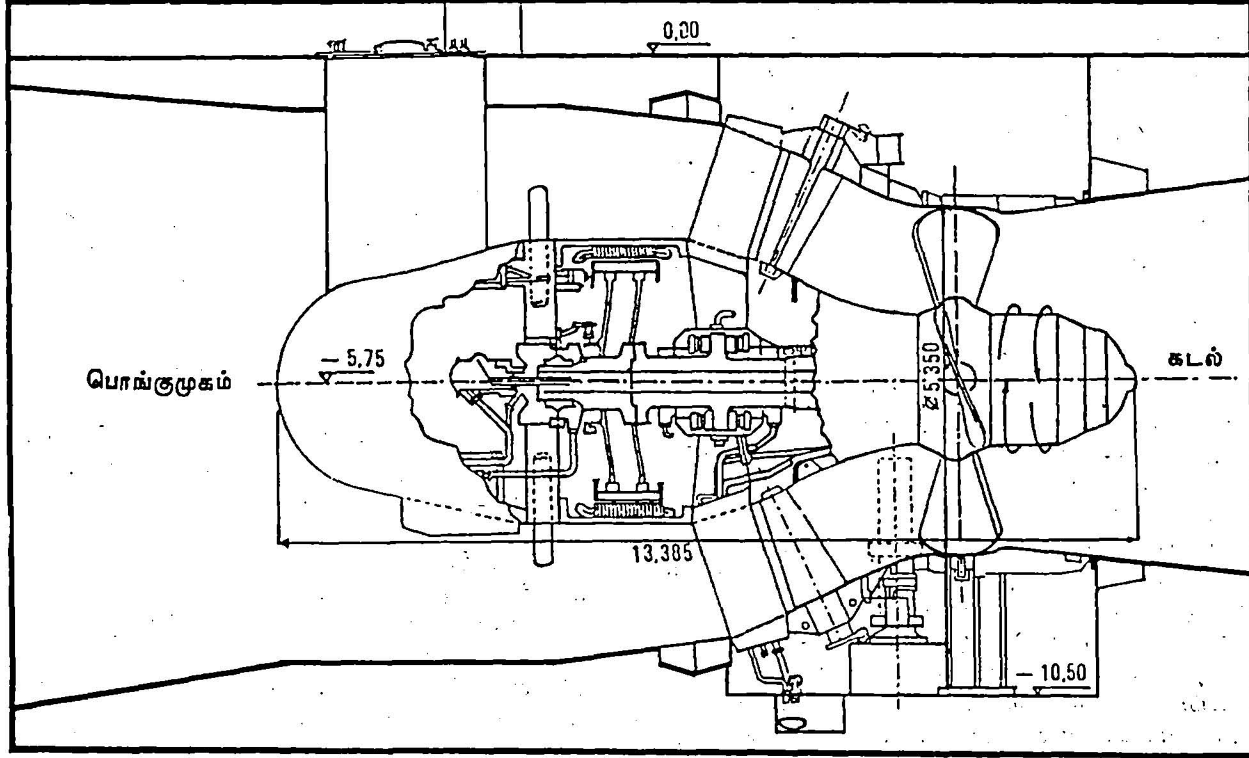
உயர்பகுப்புமுறைக் கணக்கீடுகளும், கருத்துவடிவான ஆய்வுகளும் அடங்கும். பின்னர்க் கூறப்பட்ட இரு கூறுகளிலும், இயக்கம், மின்சாரம், கட்டடம், நீர்ம மவியக்கம் சார்ந்த சிக்கல் வாய்ந்த பிரச்சினைகளும் மற்றும் பயன்படுத்தும் பொருள்களுக்கான தொழில் நுட்பமும் அமைகின்றன. நிறுவப்படும் அமைப்புக் கள் பொங்குமுகத்தின் இடப்புறக் கரையின் டீலா பிரெபிஸ் (de la Brebis) என்ற புள்ளியிலிருந்து வலப்புறக் கரையின் மேலமைந்த டீலா பிரியான் டைஸ் (de la Briantais) என்ற புள்ளி வரையில் 750மீட்டர் தொலைவு இடைவெளியில் அமைகின்றன. இரான்சு ஆற்றின் பொங்குமுகத்தில் அமைக்கப் பட்ட கடலலை நிலையம், கடலலைகளின் வழியாக மின் ஆக்கம் செய்யும் அமைப்புகளைக் (tidal generating facilities) கொண்டது. இவ்வமைப்பு கடலி லிருந்து ஓர் அணையினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வெளியேறிச் செல்லும் கடலலைகளுடன் நீர்நிலை யிலிருந்து கடலுக்கு இயற்கையாக வடியும் வீதம் அல்லது உள்வரும் கடலலைகளுடன் நீர்நிலையை நிரப்புவதற்கான வீதம் ஆகியவற்றினைச் சரி செய்வதற்கு ஏற்றவாறு அணையில் மதகுக் கதவுகள் கட்டப்பட்டுள்ளன. நீர்நிலை, கடல் இரண்டின் உயர வேறுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்திப் பொருத்த மான உயர வேறுபாடு பெற்றதும், அணையின் வழி யாக நீர்நிலை நிரப்பப்படுகிறது அல்லது காலி செய்யப்படுகின்றது. நீர்ப்பாய்வினைப் பயன்படுத்தி நீரியற் சுழலிகளின் சக்கரங்கள் சுழல வைக்கப்படு கின்றன. இந்நீர்ச் சுழலிகள் இயங்கி, மின் ஆக்கிகளை (alternators) இயக்குகின்றன. இத்தகைய அணிகள் மின்திறனை உண்டாக்குகின்றன.

செயல்முறை சார்ந்த மூன்று கூறுகளைத் தவிர (அணை, மதகுகள், சுழலிமின் ஆக்கிகள்) கீழ்க் காணும் கூடுதல் தேவைகளையும் நிறைவு செய்ய வேண்டும். அவையாவன, (அ)-இவ்வணையானது கடலுக்கும் பொங்குமுகத்திற்குமான இடைப்பட்ட பகுதியில் கடல் மற்றும் கரையை நோக்கிய போக்கு வரத்திற்குத் தடையை உண்டாக்குவதாக இருக்கக் கூடாது. எனவே போக்குவரத்திற்காகத் திறந்து மூடும் அமைப்பினைச் (lock) சேர்ப்பது தேவை யாகின்றது. (ஆ) நிறுவப்படும் அமைப்புகளின் பொதுத்தோற்றம், இடத்தின் இயற்கையான இயல்பு களைப் பாதிக்காதவாறு அமைய வேண்டும். மேலும், (இ) இக்கட்டுமானம் இரான்சு ஆற்றின் குறுக்கே ஒரு பாதையைக் கொண்டதாயும் அமைய வேண்டும். நிலஇயலாக இரான்சு பொங்குமுகமானது கடலலை கள் பொங்கிப் பின்னர் தணிந்து உருவாக்கப்பட்ட தாகும். மேலும் இதனுடைய கரைகள் கூர்விளிம் புடன் கூடியவையாய் உள்ளன.

வடியும் கடலலையின் சுழி உயர அளவிற்கும், தனித்தன்மை வாய்ந்த பெரிய அலையெழுச்சிகளின் 13.5 மீட்டர் உயர அளவிற்கும் இடையில் கடலலை, நீர்நிலையில் கொள்ளத்தக்க பருமன் அளவு 184 மில்லியன் பரு மீட்டராகும் (6.5 மில்லியன் பருமன் அடி). நீர்நிலையில் சுழி உயரத்திற்குப் பொருத்த மான பரப்பளவு 4.3 சதுரக் கிலோ மீட்டராகும். மேலும் 13.5 மீட்டர் அளவு நீர்நிலையின் பரப் பளவு 22 சதுரக் கிலோ மீட்டராகும்.

1940ஆம் ஆண்டின் தொடக்கக் காலத்தில் பிரான்சிலும், ஐரோப்பாவிலுள்ள பிற பகுதிகளி லும் உள்ள ஆற்று அமைப்புக்களில் மின்சாரம் பெறும் கருவிகள் நிறுவப்பட்டதன் காரணமாக வடிவமைப்பாளர்கள், குறைந்த உயரமுடைய ஆற்று இடங்களில் ஆற்றலைப் பெறும் பிரச்சினைகளை நன்கு அறிந்திருந்தனர். ஆனால் இவ்வறிவைக் கொண்டு கடலலை நிலைய வடிவமைப்பினை அவர் களால் செய்ய இயலவில்லை. நீர்நிலையில் நீர் உயர மும், நீர் வெளியேற்றமும் மிகுந்த அளவில் வேறு படும்போது, நீர்ப்பாய்வின் இரு திசைகளிலும், சுழலி யின் இயங்கு இடைவெளி, கடலலை நிலையத்தின் குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பியல்பாக அமைகின்றது. கடல் மின்நிலைய இயக்க ஆய்வுகளிலிருந்து உயர் ஓத தளர்ந்த நீரின்போது நீரேற்றம் செய்து நீர்நிலையை மிகுதியாக நிரப்புதலும் தாழ்ந்த அலையின் போது நீர்நிலையை அதிகமாகக் காலியாக்குவதும் நன்மை பயக்கத் தக்கன என்று அறிகிறோம். இத்தகைய செயலிற்குக் குறைந்த உயரங்களில் நீரினை வழங்கும் எக்கிகள் தேவையாயின. இராபர்ட் கிப்ராட் என் பவரால் செய்யப்பட்ட வடிவியல் ஆய்வுகளில், கடல் மின் திறன் நிலைய இயங்கு சுழற்சிகளுக்கு மிக்க ஆற் றல் வாய்ந்த வாய்ப்புக்கள் உள்ளதைக் கண்டறிந் தார். இச்சுழற்சிகளிலிருந்து உச்ச அளவு நன்மையைப் பெறுவதற்குச் சுழலிகளாகவும், எக்கிகளாகவும் அல்லது துளைவாய்களாகவும் (orifices) இரு பக்கப் பாய்விற்கு ஏற்றவாறு இயங்கக் கூடிய தொகுதிகளை உருவாக்குவது மிகவும் தேவையாக அமைந்தது. இணைந்த படத்தில் குமிழ் வகை அணியின் (bulb-unit) குறுக்குவெட்டுக் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

கடலலை ஆற்றல் தொழில்நுட்பப் பகுதியில், இரான்சுப் பொங்குமுகத்தில் நிறுவப்பட்ட கருவி அமைப்பே, மிகப் பெரிய வெற்றியாக இந்நாள் வரையிலும் உள்ளது. கனடா நாட்டில் ஃபண்டி (fundy) வளைகுடாவில் தொடங்கிய காலத் திட்ட மான சிறிய கோடியாக் (little kodiak) திட்டம் குறைந்த கொள்ளளவினைக் கொண்டதாய் இருந்த தாலும் நாட்டுப்புறப் பகுதியில் அமைந்ததால் அதன் மீது அதிக அளவில் நாட்டம் செல்லவில்லை. ஆனால் புனித இலாரன்சு என்னும் இடமும் அதற்கு வடக்கே அமைந்த நீர் விழும் இடங்களும் நீர்மின் ஆற்றலைப் பெறுவதற்கு வளமிக்க இடங் களாக அமைந்தன. 1930ஆம் ஆண்டின் தொடக்கக் காலத்தில், அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில், பாசமா கொடித் திட்டம் (passamaquody project) திடீரெனத்



இரான்சு பொங்குமுகக் கடலலை மின் நிலையத்தில் பயன்படுத்தும், திரும்பும் வகை சார்ந்த குமிழ் சுழலி அணியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம். இதில் 24 அணிகள் மொத்தமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

5 மீட்டருக்கும் மேலான ஓதங்கள் உள்ள இடங்கள்	
ஆங்கரேஜ், அலாஸ்கா	9.03 மீட்டர்
ஆன்ட்வெர்ப், பெல்ஜியம்	5.43 ,,
பார்ன்ட் கோட் ஹெட் (burnt coat head)	14.49 ,,
நோவாஸ்காடியா பண்டி வளைகுடா	
கால்வாய்ப் பகுதி (பனாமா, பசுபிக் பக்கம்)	5.00 ,,
செர்போர்க், ஃபிரான்சு	5.49 ,,
டோவர், இங்கிலாந்து	5.67 ,,
ஜூனோ (juneau), அலாஸ்கா	5.06 ,,
லிவர்பூல், இங்கிலாந்து	8.27 ,,
இரான்சு பொங்குமுகம், ஃபிரான்சு	13.5 ,,
இரங்கூன், பர்மா	5.19 ,,
புனித ஜான், நியூபிரூன்ஸ்விக்	7.20 ,,

தொடங்கப்பட்டது. அந்த நேரத்தில் தேசிய மீட்பு நிருவாகம் (National Recovery Administration) இத் திட்டத்தில் பணியாற்ற 5,000 ஆட்களைக் கொடுத்தது. ஆனால் இதற்கு அடுத்து மேற்கொள்ளப்பட்ட தீவிர ஆய்வில், இத்திட்டம் பொருளாதார வகையில் ஏற்றதாய் அமையாது எனக் கண்டறியப்பட்டதும் இதற்கான வேலையும் நிறுத்தப்பட்டு விட்டது.

குறிப்பாகச் சிறிய அலைகள் அதாவது, 1 மீட்டர் அளவிற்கும் குறைவான அலைகள், எகிப்தில் அலெக்சாந்திரியா மேரிலாந்தில் பால்ட்டிமூர், அர்ஜென்ட்டீனாவில் பியூனோஸ், ஐரிஷ், பெருநாட்டில் காலோ (calloo), அட்லான்ட்டிக் பக்க பனாமாக் கால்வாய், டெக்சாசில் கால்வஸ்டான், கியூபாவில் ஹவானா, ஹவாயில் ஹானாலுலு, பிளாரிடாவில் ஜேக்சன்வில்லி, பிரான்சில் மாரிசேல்ஸ், ஆஸ்த்திரேலியாவில் மெல்போர்ன், பிளாரிடாவில் மியாமிக் கடற்கரை, இத்தாலியில் நேபிள்ஸ், நார்வேயில் ஆஸ்லோ, ஓரிகான் போர்ட்லாந்து, பியூர்டோரிகோவில் ஜான் ஜுவான், சோவியத் நாட்டில் விளாடிவாஸ்ட்டாக் ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன.

ஜெ.சு.

ஆற்றல், கழிபொருள்

திண்மக் கழிவுகள் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் 1974 ஆம் ஆண்டில் 566×10^9 கிலோ கிராம்கள் (624×10^6 டன்கள்) அளவாக இருந்தன. இந்த அளவு திண்மக் கழிவு 2.37×10^{18} கலோரிகள் (9.42×10^{15} பி.வெ.அ) (பி.வெ.அ - பிரிட்டன் வெப்ப அலகு) ஆற்றலைக் கொண்டதாகும். இந்த அளவு அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டிற்கான 1974 ஆம் ஆண்டின் மொத்த ஆற்றல் தேவைகளில் (total energy requirements) 12'/. அளவைக் குறிக்கிறது. மேலும் இந்த அளவு 1973 ஆம் ஆண்டின் மின் ஆக்கத்திற்காக நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்பட்ட ஆற்றலின் 109'/. அளவுக்குச் சரியானதாகும். அட்டவணை 1 இல் 1974 ஆம் ஆண்டில் தேவையற்றதெனக்கீழே போடப்பட்ட தீப்பற்றி எரியக்கூடிய உலர்ந்த திண்மப்பொருள்களின் (dry combustible solids) வகைகள் சுருங்கக் கூறப்பட்டுள்ளன. அட்டவணையில் காண்பிக்கப்பட்ட அளவுகள் திண்மக் கழிவுகளின் தீப்பற்றி எரியக் கூடிய பகுதிகளின் (combustible portions of the solid waste) மதிப்பீட்டை மட்டும் காட்டுகின்றன. செயல்படாத பொருள்கள் (inert materials) இதில் சேர்க்கப்படவில்லை. கழிவுப் பொருள்களை ஆற்றலாக மாற்றம் செய்வதைக் கருதும்போது, திண்மக் கழிவு ஆற்றல் ஆக்க நிலையத்திற்கு (solid waste energy producing plants) எரிபொருளாகப் (fuel) போதிய அளவில் செறிவு நிறைந்த திண்மக்கழிவுப் பொருள் ஒரு சில இடங்களைத் தவிர, பெரும்பான்மையான இடங்களில் கிடைப்பதில்லை. குறிப்பாக வேளாண்மைக் கழிவுகள் (agricultural wastes) மிகுந்த அளவில் கிடைப்பதில்லை. அட்டவணை 2 இல் செறிவூட்டப்பட்ட கழிவின் (concentrated waste) மதிப்பீட்டுஅளவு வழங்கப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் ஆக்கத்திற்காக மறுசுழற்சிக்குத் தற்போது பயன்படுத்துகின்ற கழிவுகளை இந்த அட்டவணையில் சேர்க்கவில்லை.

வீட்டுக் கழிவும் (house hold waste) கழிவு நீரும் (sewage) வணிகத் தொடர்புடைய கழிவும் (commercial waste) நிறுவனத்தைச் சார்ந்த கழிவும் (institutional waste) பொருள்களைத் தயாரிக்கும் நிலையத்தின் கழிவும் (waste manufacturing plant) அரித்தலினால் தோன்றும் கழிவும் நகர்ப்புறக் கழிவுகளில் அடங்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுடைய ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் அமைப்பிற்குத் தேவைப்படும் கழிவு நகர்ப் பகுதிகளில் வாழும் மக்கள் தொகைக்கு நேரடித் தொடர்புடையதாக உள்ளது.

அட்டவணை 1. திண்மக் கழிவுப்பொருள் வகைகள்

	தேவையற்றதென ஒதுக்கப்பட்ட அளவு			ஆற்றல் மதிப்பு	
கழிவின் பிறப்பிடம்	மொத்த எடையில் '/.	10^9 கிலோ கிராம்கள்	10^6 டன்கள்	10^{15} கலோரிகள்	10^{15} பி.வெ.அ
கழிவு நகர்ப்புறக் கழிநீர்	16.3	92	101	413	1.64
தொழில்துறை, தொழிலகச் செயல்முறைகளில்	5.8	33	36	144	0.57
வேளாண்மை	77.9	441	487	1817	7.21
மொத்தம்	100.0	566	624	2374	9.42

நிலையங்களில் பொருள்ஆக்கத்திற்காக உள் தரப்பட்ட பொருள்களில் உண்டாக்கப்படும் எல்லாக் கழிவுகளையும் உள்ளடக்கி தொழில் துறை, தொழிலகச் செயல்முறைக் கழிவுகள் அமைகின்றன. இப்பகுதியுடன் இணைந்த அலுவலகக் கழிவும், கட்டுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும்போது தோன்றும் கழிவும் (office and packaging wastes) நகர்ப்புறக் கழிவில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இக்கழிவுகளின் பெரும்பான்மையானவை, காகிதக் கூழ். இது காகிதத் தொழிற்சாலைகளிலிருந்தும், முதன்மையானதும் இரண்டாந்தரமானதும் ஆகிய மர வேலைத் தொழிலகங்களிலிருந்தும் மரப் பொருள் கட்டுமானத் தொழிலகங்களிலிருந்தும் கிடைக்கின்றது. விலங்குகளின் எருவும் (animal manures) பயிர்களின் கழிவும் (crop wastes) காடுகளில் எஞ்சியுள்ளதும், மரங்களை வீழ்த்தி, அதனை அறுத்து மரச் சாமான்கள் விற்கும் வரை உண்டாகும் கழிவுகளும் வேளாண்மைக் கழிவுகளில் அடங்கும். பால் பண்ணைகளில்தோன்றும் கழிவும், மிகுந்த அளவான ஊட்டப் பொருள்களில் தோன்றும் கழிவும் விலங்கினக் கழிவும் மற்றும் நிலத்துக்கு மறுபடியும் மீள் சுழற்சிக்குத் தயாராக இல்லாத பயிர்களின் கழிவும் (எடுத்துக்காட்டாக சர்க்கரை உற்பத்தியில் தோன்றும் கழிவுப் பொருள்களையும் பழமரங்களில் வெட்டி எடுக்கப்பட்டவைகளையும் கூறலாம்) இப்பகுதியில் கிடைக்கும் கழிவுகளாகக் கூறலாம்.

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஆற்றல் மீளாக்க அமைப்பு (energy recovery) திண்மக் கழிவினை எந்த அளவிற்குத் தயார் செய்ய வேண்டும் என்பதை வரையறுக்கின்றது.சமையல் அடுப்புகள் போன்ற சில அமைப்புக்களை எரியவைக்க, இக்கழிவுகளிலிருந்து எரியாதவற்றை மட்டும் நீக்குவது போதுமானது. ஆனால் மற்ற அமைப்புகளில் இக்கழிவுகளை மிகுந்த அளவில் உடைக்கவும் (shredding) உடைத்ததை மறுபடியும் உடைக்கவும் உலர்த்தவும் காற்றுமுறையில் வகைப்படுத்தவும் (air classification) வேண்டியுள்ளது. இக்கழிவுகளிலிருந்து எரிபொருளைத் தயாரிக்கும் போது உலோகங்களையும் கண்ணாடிகளையும் அவற்றின் மறுசுழற்சிக்காகப் பிரித்தெடுப்பது தேவையாகின்றது.

கழிவினை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் (எடுத்துக்காட்டாக 2.5 செ.மீ. அளவிற்கு) அதன் பருமனைக் குறைப்பதற்கு ஒற்றைக் கட்ட உடைப்பு (one-stage shredding) அடிக்கடி கையாளப்படுகின்றது. நுண் அளவு எரிபொருள் (finer sized fuel) தேவைப்படும் போது அவ்வெரிபொருளிலுள்ள எரியாத பொருள்களைக் காற்றைச் செலுத்தி வகைப்படுத்திப் (air classification) பிரித்த பின்னர் இரண்டாம் முறையாக உடைப்பது வழக்கமாக உள்ளது. காற்றோட்டத்தில் பளுவான எரியாத பொருள்கள் புவிசர்ப்பு விசையால் படிவதைச் சார்ந்து குத்தான மற்றும் கிடையான காற்று வகைப்படுத்திகள் (vertical and horizontal air classifiers) வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இலேசான எரியக் கூடிய பொருள்கள் காற்றோட்டத்தினால் காற்று வகைப்படுத்தி (air classifier) வழியாக ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர்இடத்திற்குக்கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புகளால் வகைப்படுத்தப்பட்டு ஓரிடத்தில் ஒன்று சேர்ந்த பளுவான பொருள்களிலிருந்து இரப்பர்தோல் போன்ற பளுவான எரியக் கூடிய பொருள்களை நீக்கி விடலாம். ஆனால் நுண்கண்ணாடியும் உலோகத் தாள் -சுருள்களும் (metal foils) எரியக் கூடிய பொருள்களுடன் கொண்டு செல்லப்படும். இவ்வாறு காற்று வகைப்படுத்தி வழியாக ஒரு முறை மட்டும் கழிவுப் பொருளைச் செலுத்தும் போது விரும்பத்தக்க அளவு பிரித்தலினை எப்போதும் அடைய இயலாது. சிலவகை ஆற்றல் மீட்கும் அமைப்புகள் (energy recovery systems) கழிவில் உள்ள கூடுதல் ஈரத்தினை நீக்குவதற்கு அவற்றை உலர வைக்கின்றன. விலங்கின எருவினையோ, கழிவுநீர்க் கசடையோ எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும்போது, இவற்றினை உலர்த்துவது தேவையாகின்றது. மொத்தச் செயல்முறையில் (total process) தோன்றும் கழிவு வெப்பத்தினை, உலர்த்தும் அமைப்பில் பயன்படுத்திக் கழிவுப் பொருள்கள் உலர வைக்கப்படுகின்றன.

வெப்பத்தாற் சிதைத்தல் (pyrolysis) வெப்பத்தால் சிதைக்கும் அல்லது தியாற்பகுக்கும் குறைந்த வெப்பநிலையில் நிகழும் விரைந்த வெப்பச் சிதைவினைப் (low-temperature flash pyrolysis) பயன்படுத்திக் கழிவிலிருந்து கரியும், உயர்ந்த பிசுப்புத் தன்மையும் (highly viscous) 10500 பி.வெ அ/ பவுண்டு வெப்ப மதிப்பும் உடைய உயர்தர ஆக்சிஜன் ஏற்றிய எரிபொருள் எண்ணெயும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பில் கழிவுப் பொருள்களை உடைக்கவும், காற்றைச் செலுத்தி வகைப்படுத்தவும், உலர்த்தவும் இரண்டு வரிசை அடுக்குகளைப் (two stages), பயன்படுத்தி - 24 சல்லடையில் (minus-24 mesh) செலுத்தி வெப்பச்சிதைவு வினைகலனில் (pyrolysis reactor) எரிபொருள் உண்டாக்கப்படுகின்றது. வெப்பச்சிதைவு முறையில் தோன்றி வெளியேறும் வளிமங்களைக் கொண்டு எரியவைத்தும், உண்டாக்கப்பட்ட கரியின் ஒரு பகுதியை எரிய வைத்தும் கிடைக்கும் வெப்பத்தை வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் (heat exchanger) மாற்றம் செய்து வெப்பச் சிதைவிற்கு வேண்டிய வெப்பம் பெறப்படுகின்றது. வெப்பச் சிதைவு அணியிலிருந்து (pyrolysis unit) வளிமங்கள் சுழல்காற்றினால் (cyclone) வெளியேற்றப்படுகின்றன. மேலும் கரி, எண்ணெய், நீர் முதலிய ஏனைய திண்மப் பொருட்களும் நீர்மங்களும் வெப்பச் சிதைவுத் தொகுதியிலிருந்து அழுத்திக் துடைத்தெடுக்கப்படுகின்றன. வெப்பச் சிதைவு எண்ணெயின் முதன்மையான உட்கூறுகளில் அடங்குவன

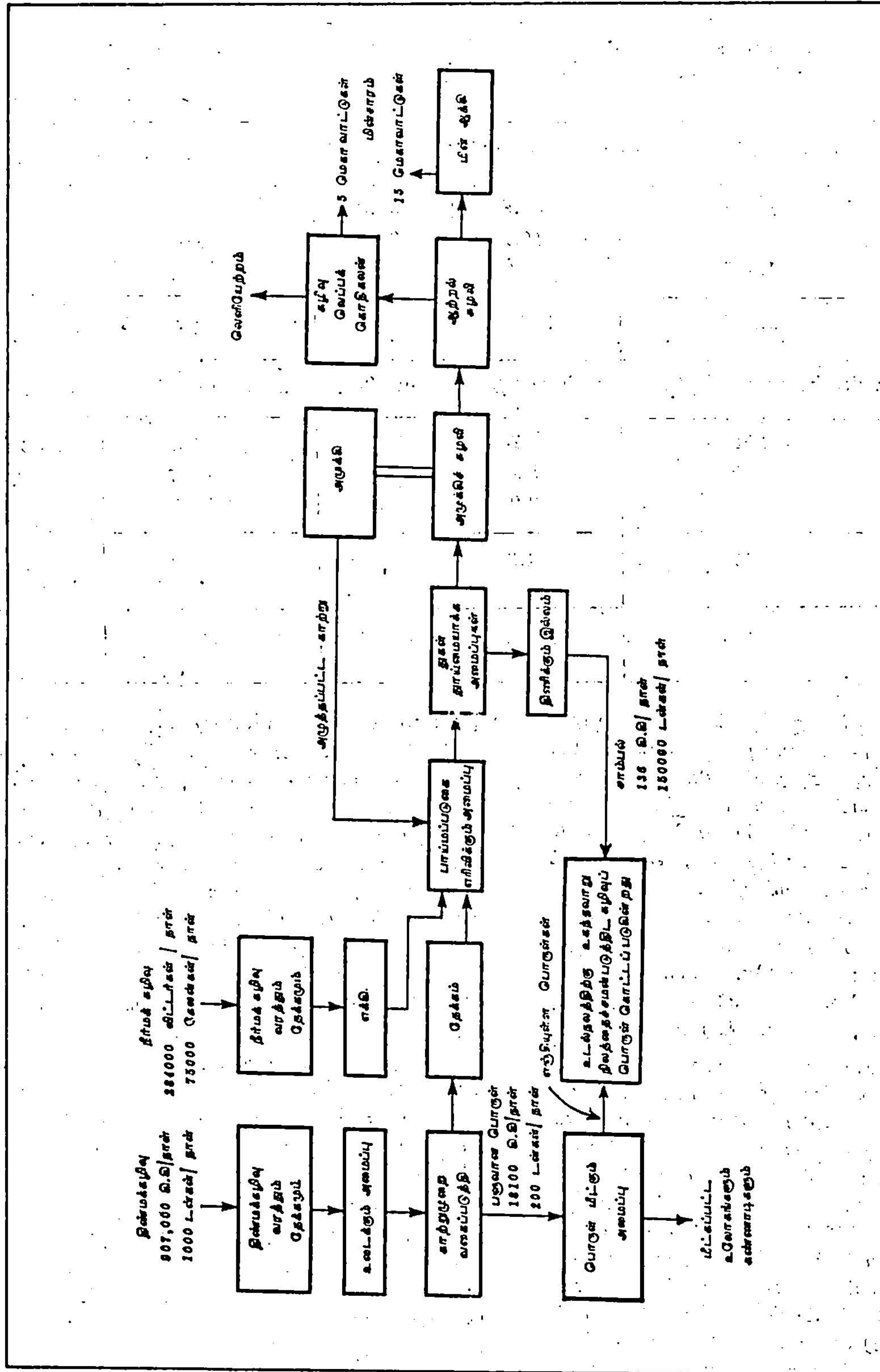
அட்டவணை 2. கிடைக்கும் திண்மக் கழிவு அமைப்பு

கழிவின் பிறப்பிடம்	நிலையங்களின் எண்ணிக்கை	ஓர் ஆண்டின் கழிவு 10^9கி.கி.	(10⁶டன்கள்)	ஓர் ஆண்டிற்கான ஆற்றல் மதிப்பு 10^{15}கலோரிகள்	10^{12}பி.வெ.அ
90,700 கி.கி. (100 டன்கள்) நாள் ஒன்றிற்குச் செயல் முறைப்படுத்தும் திறம்படைத்த திண்மக் கழிவு நிலையங்களுக்கு					
நகர்ப்புறம்	1,598	52.9	58.3	23.8	943
தொழில் துறை	579	19.1	21.1	80.0	319
வேளாண்மை	1,026	34.0	37.5	134.0	532
மொத்தம்	3,203	106.0	116.9	237.8	1,794
453000 கி.கி. (500 டன்கள்) நாள் ஒன்றிற்குச் செயல் முறைப்படுத்தும் திறம் படைத்த திண்மக் கழிவு நிலையங்களுக்கு					
நகர்ப்புறம்	252	41.7	46.0	187	744
தொழில் துறை	9	1.6	1.8	7	27
வேளாண்மை	5	0.0	1.0	4	15
மொத்தம்	266	44.2	48.8	198	786
தொகு மொத்தம்	3,469	150.2	165.7	435.8	2,580

57.5% கார்பன், 33.4% ஆக்சிஜன், 7.6% ஹைட்ரஜன், 0.9% நைட்ரஜன் 0.3% குளோரின், 0.1 இலிருந்து 0.3% வரை கந்தகம், 0.2% இலிருந்து 40% வரை சாம்பல் என்பனவாகும். இம்முறையில் பெறப்படும் எண்ணெயின் வெப்ப மதிப்பு 10,500 பி.வெ. அ/பவுண்டு; ஒப்படர்த்தி 1.30; எண்ணெய் கொட்டக் கூடிய குறைந்த வெப்பநிலை (pour point) 32°செ. நீர்மப் பரப்பில் வெளிவரும் ஆவியினைத் திறந்த சுடரினால் தீப்பற்ற வைக்கக் கூடிய சிறும வெப்பநிலை (flash point) 56° செ. பிசுப்புத் தன்மை 88° செ. வெப்ப நிலையில் 3150 சே நொ.உ. (சேபோல்ட் நொடிகள், உலகளாவிய) ஆகும்.

மற்றோர் அமைப்பில் நகராட்சியின் கழிவுத் தண்டு உள்ள உலையின் (shaft furnace) மேற்புறத்தில் கொட்டப்பட்டுப் பிறகு உலையின் வழியாகக் கீழே செல்லும்போது வெப்பச் சிதைவு அடைகின்றது. உலையின் அடிப்புறத்திலுள்ள குழாய்கள் வழியாக ஆக்சிஜன் உலைக்குள் சென்று மேற்புறமாக நகர்ந்து 1425° முதல் 1650°செ. வரை வெப்ப நிலையுடைய எரியும் பகுதியை அடைகின்றது. எரிதலினால் தோன்றும் விளைபொருள்கள் (products of combustion) வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் பகுதி (pyrolysis zone) வழியாகச் சென்று 93° செ. வெப்ப நிலையில் வெளியேறுகின்றன. இவ்வாறு வெளிச் செல்லும் வளிமங்கள், நிலையின் படிவி (electro static precipitator) வழியாகச் செல்கின்றன. அப்போது வெப்பச் சிதைவின் போது உடன் விளைந்த பறக்கும் சாம்பல் துகள்களையும் (fly ash) எண்ணெயையும் வெளிச் செல்லும் வளிமங்களிலிருந்து இக் கருவி பிரிக்கின்றது. உலை எரி பகுதிக்குப் (furnace combustion zone) பறக்கும் சாம்பல் துகள்களும், எண்ணெயும் மறு சுழற்சிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. பின்னர் இவ் வளிமம் அமில உட்கவரும் பொறி (acid absorber) வழியாகவும், செறிகலன் (condenser) வழியாகவும் செல்கின்றது. தூய்மையான எரிபொருள் வளிமம் (clean fuel gas) வெளியேறுகின்றது. இதன் வெப்ப மதிப்பு 300 பி. வெ. அ /பருமன் அடி உடையதாயும் மேலும் அதன் சுடரொளி வெப்பநிலை (flame temperature) இயற்கை வளிமத்தின் சுடரொளி வெப்பநிலைக்குச் சமமாயும் உள்ளது. உலையின் அடியில் தங்கியுள்ள மீதி திண்மக்கழிவு கசடாகின்றது.

உயிரியல் மீத்தேன் ஆக்கம் (biological methane production) திண்மக் கழிவுடன் (solid waste) நீருடன் கலந்த கலவையை அல்லது கழிவு நீர்க் கசடுள்ள நீர்மக் கலவையை (sewage sludge slurry) 60° செ. வெப்ப நிலையில் 5 நாட்களுக்கு வைத்து அதிலுள்ள ஆக்சிஜன் இல்லாமல் வாழும் உயிரினங்களை அச் சூழலில் செரிக்க வைத்து (anaerobic digestion) அதிலிருந்து மீத்தேன் மிகுந்த வளிமம் (methane



கழிபொருள் ஆற்றல் அமைப்பு

rich gas) உண்டாக்கப்படுகின்றது. திண்மக் கழிவுப் பொருளில் காற்றைச் செலுத்தி வகைப் படுத்தி உடைத்துத் தயார் செய்யப்பட்ட பின்னர் இதனுடன் நீரைக் கலந்து 10 இலிருந்து 20./· வரை திண்மப் பொருள் செறிந்த (solids concentration) கல வை உண்டாக்கப்படுகின்றது. இந்நீர்மக் கலவையினை வெப்பப்படுத்திச் செரிக்கும் அமைப்பு (digester) 60° செ. வெப்ப நிலையில் 5 நாள்கள் வரை தங்க வைக்கப்படுகின்றது. செரிக்கும் அமைப்பிலிருந்து வரும் வளிமங்களை வெளியேற்றி அதிலிருந்து மீத்தேனும், கார்பன் டை ஆக்சைடும் பிரிக்கப் படுகின்றன. செரிக்கும் அமைப்பில் செலவழிக்கப் பட்ட நீர்மக் கலவையினை (spent slurry from the digester), வெப்பப் பரிமாற்றி (heat exchanger) வழி யாகச் செலுத்தி இங்கு வடிப்பதற்கு முன்பாக உள் வரும் நீர்மக் கலவை, பகுதியளவில் வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றது. இவ்வாறு வடிகட்டப்பட்ட வடிபொருள் (filtrate) ஒருங்கிணைக்கும் அமைப்பிற்குச் (blender) கொண்டு செல்லப்படுகிறது. பின்னர் இக்கசடு நிலத் தைச் சமப்படுத்தக் கொண்டு செல்லப்படுகின் றது. செரிக்கும் அமைப்பின் வெப்ப நிலையைத் (digester temperature) தேவையான அளவில் நிலை நிறுத்துவதற்குக் கழிவு நீர்மக் கலவைக்கு (refuse slurry) வெப்பம் வழங்குவது தேவையாகின்றது. இம்முறை கழிவு நீர்க்கசடிற்கும் விலங்கின எருவிற்கும் (animal manures) மற்ற உயர் ஈரம் கொண்ட திண்மக் கழிவுகளுக்கும் (high-moisture-content solid wastes) பயன்படுத்துவது மிகவும் பொருத்தமாக உள்ளது. இம்முறையில் எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மையுடைய பொருள்களின் பருமன் அளவைக் (volume of volatile solids) 75./· குறைத்து உட்செலுத்தப்படும் திண்மக் கழிவிலிருந்து ஒரு டன் அளவிற்கு 3000 பருமன் அடி மீதேன் உண் டாக்கப்படுகின்றது. இம்முறையில் பேரளவு எச்சப் பொருள்கள் (residue) நிலத்தைச் சமன் செய்யப்பயன் படுகின்றன அல்லது எரித்துச் சாம்பலாக்கப்படுகின் றன. (incinerated) செரிப்பு அமைப்பிற்கான ஊட் டப் பொருளை (digester feed) வெப்பப்படுத்த, உண்டாக்கப்பட்ட மீதேனில் 10·/. பயன்படுத்தப்படு கின்றது.

நேரடி நீராவிச் செயல்முறை (dierect steam process). இதற்கான ஒரு முறையில், சுழல் உலை வெப்பச் சிதைவு அமைப்பும் (rotary kiln pyroliser) ஒரு பின் எரிப்பு அடுப்பும் (after burner) கொதிகலனும் (boiler) உள்ளன. இவ்வமைப்பில் உடைக்கப்பட்ட கழிவி லிருந்து (shredded waste) நீராவி உண்டாக்கப்படு கின்றது. உலையில் வெப்பச் சிதைவு முறை எதிர்ப் போக்காக இயக்கப்படுகின்றது. ஒரு முனையில் திண் மக் கழிவு நுழைந்ததும் மறுமுனையில் வெப்பச் சிதைவடைந்த தீப் பொருள் (pyrolyzed residue) வெளியேற்றப்படுகின்றது. வெளிப்புற எரிபொருளும் (external fuel) காற்றும், கழிவு வெளியேற்றப்பகுதி யில் (residue discharge area) செலுத்தப்பட்டு, எரிந்த விளைபொருள்களும் வெப்பச் சிதைவு முறையில் தோன்றிய வளிமங்களும் (pyrolysis gases) உலை யின் ஊட்டத் திறப்பின் (feed opening) வழியாக வெளியேறுகின்றன. இவ்வகையான அமைப்பினால் உலை வழியாகத் திண்மக்கழிவுப் பொருள் செல்லும் போது அத்திண்மக் கழிவுப் பொருள் படிப்படியாக உயர் வெப்பநிலைகட்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றது. உலையிலிருந்து தோன்றி வெளிப்படும் வளிமங்கள் (kiln off gases) அனல் தாங்கு உறையமைந்த பின் அடுப்பின் (refractory llined after burner) வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. இங்கு இவ்வளிமத்தில் கழிவு வெப்பக் கொதிகலனிற்குச் (waste heat boiler) செல் லும் முன்னர்க் காற்றைச் செலுத்தி முழுமையான எரிதல் (complete combustion) நிகழுமாறு செய் யப்படுகின்றது. காற்று மாசுறுதலைக் கட்டுப்படுத்த (air pollution control) தெளிக்கும் முறையைக் கையாண்டு வளிமத்தைக் கழுவும் ஓர் ஈர அமைப்பு (wet scrubber) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேலும் இவ்வமைப்பின் வழியாக வளிமங்களை இழுப்பதற் காகத் தூண்டப்பட்ட இழுப்பு விசிறி (induced draft fan) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒரு டன் அளவு திண்மக் கழிவுடன் துணை எரிபொருளிலுள்ள (auxiliary fuel) 1.25 மில்லியன் பி.வெ.அ ஆற்றல் அள வும் இதனுடன் 55 கிலோ வாட் மணிகள் மின்சார மும் சேர்ந்த ஓர் அமைப்பானது 4800 பவுண்டுகள் நீராவியினை 330 psig அழுத்தத்தில் உண்டாக்குவ துடன் 200 பவுண்டுகள் கரியினையும் (char) உண் டாக்குகின்றது.

நீர்க்குழாய்ச் சுவர் உள்ள எரிசாம்பலாக்கிகள். ஒரு சாம்பல் தட்டின் மீது பதப்படுத்தாத திண்மக் கழி வினை எரித்து, அதனால் தோன்றிய வெப்ப விளை பொருள்களை (hot products) ஒரு கொதிகலன் வழியா கச் செலுத்தி நீராவியினை இக்கருவி உண்டாக்குகின் றது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளிலும், ஐரோப்பா விலும் அதிக எண்ணிக்கையில் நீர்க் குழாய்கள் அமைந்த சுவரினைக் கொண்ட எரித்துச் சாம்பலாக் கும் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டன. தேக்கப் பள்ளங் களிலிருந்து பதப்படுத்தப்படாத கழிவுகள் எடுக்கப் பட்டு, இக்கருவியின் ஊட்டம் வாய் அமைப்பிற்கு (feed hopper) நேரடியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. இங்கிருந்து கழிவுப் பொருள், கழிவுப் பொருளை ஊட்டும் சறுக்கு வழியாகச் (feed chute) சென்று நீரியல் முறையில் ஊட்டுவிக்கும் இயக்கத் தண்டு (hydraulic feed ram) வழியாகத் தன்னியக்க எரி பொருளூட்டும் கருவிக்கு(stoker) ஊட்டப்படுகின்றது. 870°செ. வெப்ப நிலை எல்லையில் திண்மக் கழிவுகள் எரிக்கப்படுகின்றன. வெப்ப வளிமம் (flue gas) கொதிகலனில் (boiler) நுழைவதற்கு முன்னர் அதனுடன் துணைக்காற்றைச் (secondary air)

சேர்த்து 1019°செ. வெப்ப நிலை உண்டாக்கப்படுகின்றது. நீர்க்குழாய் அமைந்த சுவரால் கொதிகலன் கட்டப்பட்டுள்ளது. கொதிகலன் வழியாகச் சென்ற பின்னர் இந்த வளிமங்கள் சிக்கனப்படுத்தும் பிரிவு (economizer section) வழியாகச் சென்று அதன் பின்னர் அவற்றிலுள்ள துகள்களை நீக்குவதற்காக, நிலை மின்படிவி வழியாகச் செல்கின்றன. நாளுக்கு 1000 டன்கள் கொள்ளளவுடைய ஒரு நீர்க் குழாய்ச் சுவர் உள்ள எரிசாம்பலாக்கி ஒரு மணிக்கு 300000 பவுண்டுகள் நீராவியினை உண்டாக்குகின்றது

பாய்மப் படுகைச்சுழலி அமைப்புக்கள் (fluid bed turbine systems) பாய்மப் படுகை எரிக்கும் அமைப்பில் (fluid bed combustor) திண்மக் கழிவுகளை எரித்தல், இதனால் உண்டாக்கப்பட்ட வளிமங்களை வளிமச் சுழலி (gas turbine) வழியாக விரிவாக்கம் செய்தல்; ஆகியவை அடங்கிய அமைப்புகள் பலவித வேறுபாடுகளைக் கொண்டவையாய்க் கிடைக்கின்றன. அத்தகைய அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உடைக்கப்பட்டும், காற்றினால் வகைப்படுத்தப்பட்டும் உள்ள கழிவுகளுடன் (shredded and air classified waste) நீர்மக் கழிவுகளைச் (liquid waste) சேர்த்துப் பாய்மப்படுகை எரிப்பு அமைப்பில் (fluidized bed combustor) எரித்து அதனால் கிடைக்கும் வெப்ப வளிம விளைபொருள்கள் (hot products of combustion) வளிமச் சுழலியில் (gas turbine) விரிவடையச் செய்யப்படுகின்றன. சுழலி அமுக்கி (turbine compressor) எரிப்பதற்குத் தேவையான அழுத்தப்பட்ட காற்றினை (pressurized air) வழங்குகின்றது. மேலும் இவ் வமுக்கியால் வழங்கும் அழுத்தப்பட்டகாற்றின் உதவியால் முன்னரே உடைக்கப்பட்ட கழிவானது (shredded waste) சுழல் காற்றுத் தடுப்பு ஊட்ட இதழ்களின் (rotary air lock feeder valves) அடிப்புறத்திலிருந்து, எரிப்பிக்கு (combustor) கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. வளிமச் சுழலியில் வெப்ப வளிமத்தைச் செலுத்துவதற்கு முன்னர் அவ்வளிமத்தி லுள்ள பறந்து செல்லும் சாம்பலை (fly ash) நீக்குவதற்கு, மூன்று கட்டங்களில் சுழல்காற்றுகள் (three stages of cyclones) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கூடுதலாக மின்சாரத்தை ஆக்கத் தேவையான நீராவியினை உண்டாக்க ஒரு கழிவு வெப்பக் கொதிகலன் (waste heat boiler) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. முதன்மைக் கட்டுப்பாட்டுக் கண்ணி (primary control loop) சுழலி வெப்பநிலைகளுக்கு (turbine temperatures) ஏற்றாற்போல எரிபொருள் ஊட்ட வீதத்தினை (fuel feed rate) கட்டுப்படுத்துகின்றது.

நீர்மக் கழிவு எரிப்பு தேவையற்றதாகும், எனினும் நீர்மக் கழிவை எரித்தல் தேவையாகும் போது இதற்கான கூடுதல் சாதனங்கள் கிடைக்கின்றன ஏனெனில் அமைப்பில் நீரினைச் சேர்க்கும் போது மிகுந்த அளவில் திண்மக் கழிவு கொள்ளப் பட்டு அதே அளவுள்ள சாதனத்தில் (same size of equipment)வழக்கமான நுழைவழிவெப்பநிலையினும் குறைந்த வெப்ப நிலையில் (lower than mormal inlet temperature), மிகுந்த அளவில் மின்சாரம் உண்டாக்கப்படுகின்றது, நீரினைச் சேர்க்கும்போது அமைப்பின் இயங்கு திறமை (system efficiency) ஓரளவிற்குக் குறைக்கப்படுகின்றது. நீரினை ஆவியாக்குவதற்குச் செலவு செய்யப்படும் ஆற்றல் இந்த நீராவி வளிமச் சுழலியில் (gas turbine) விரிவடையும்போது ஒரு பகுதி மீட்கப்படுகின்றது. எரிவிக்கும் எரிபொருளின் வகைக்கு ஏற்றாற்போன்றும் (நீர் 60% அளவில்) நீராவிக் கலவைக்கு ஏற்றாற் போன்றும், ஆக்கப்பெறும் மின்சாரத்திற்கு ஏற்றவாறும், கையாளத்தக்கவாறும் இவ்வமைப்பு வடிவமைக்கப்படுகின்றது.

ஜெ. சு.

ஆற்றல், காற்று

ஆற்றல் வகைகளில் காற்றின் ஆற்றல் (wind energy) ஒன்றாகும். காற்று விசை ஆலைகள் (wind mills) காற்றடிக்கும்போது கிடைக்கும் இயங்கு ஆற்றலைக் கொண்டு, எந்திரப் பொறிகளைச் சுழலச் செய்கின்றன. பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே காற்று ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி, நீர் இறைத்தல், மாவு அரைத்தல், பாய்மரக் கப்பல்களைச் செலுத்துதல் போன்ற பணிகளைச் செய்துள்ளனர். அக்காலத்தில் வழக்கில் உள்ள ஆற்றல் முறைகள் மலிவாகவும் அதிகமாகவும் கிடைத்த காரணத்தால், காற்று ஆற்றல் வழிமுறை புறக்கணிக்கப்பட்டது. ஆனால், தற்போது எஞ்சியுள்ள எரிபொருள்கள் முழுவதும் பயன்படுத்தப்பட்டு வெறுமையாகும் நிலையினை அதிவிரைவில் அடையாமலிருப்பதற்காக, காற்று ஆற்றல் துறைக்குத் தற்போது மீண்டும் முதன்மை கொடுக்கப்பட்டு வருகிறது.

ஆராய்ச்சிகள். சூரிய வெப்பம் உலகெங்கிலும் உண்டாக்கும் காற்றோட்டத்திலிருந்து நூறு கோடி மெகாவாட் ஆற்றல் கிடைக்கும் என்றும், காற்று விசை எந்திரங்களைக் கொண்டு இங்ஙனம் கிடைக்கும் காற்று ஆற்றலிருந்து 50% மின்திறன் ஆக்கம் செய்தாலும், உலக ஆற்றல் தேவையில் ஐம்பதில் ஒரு பங்குதான் நிறைவு செய்ய முடியும் என்றும் கணக்கிட்டுள்ளனர். எனினும் வளர்ந்து வரும் தேவையினை ஓரளவுக்கு ஈடு செய்யும் வகையில் இவற்றினைச் செயல்படுத்துவதிலுள்ள சிறந்த தொழில் நுட்ப முறைகள், முதலீட்டுச் செலவு, ஆக்கச் செலவு முதலியவற்றைக் குறைப்பதற்கான வழிமுறைகளில் இன்றைய ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. நெதர்லாந்து, டென்

மார்க்கு, மேற்கு ஜெர்மனி, இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, கனடா போன்ற நாடுகள் தத்தம் நாடுகளில் காற்று ஆற்றலைக் கொண்டு எவ்வளவு மெகாவாட் உற்பத்தி செய்ய முடியும் என்று ஆராய்ந்து வருகின்றன. நம் நாட்டில், 1960இல் தேசியவான்-பயணத் துறை (aeronautical) ஆய்வுக் கூடத்தில் உள்ள காற்றுத் திறன் (wind power) பிரிவு, பன்னிரண்டு விசிறி இலை வடிவச் சுழலிகளைக் கொண்ட 200 காற்று விசை எந்திரங்களைத் தயாரித்தது. 1973இல், நம்முடைய அறிவியல் தொழில்நுட்ப வல்லுநர்க் குழு அடங்கிய தேசிய மன்றம், வேளாண்மை, வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கான காற்றுச் சுழலிகளைத் தயாரித்துத் தர முடியும் என்று கருதியது. தற்போது அரசும் ஒருசில தனியார் நிறுவனங்களும் காற்று விசை எந்திரங்களை ஆக்குகின்றன.

காற்றோட்டத் திறன். காற்று ஆற்றல் ஆக்க முறையில் வளி மண்டலத்திலுள்ள காற்றின் சுழற்சி, காற்றின் அளவு, வேகம், திசை, இடங்கள், பருவத்திற்கேற்ற மாறுபாடுகள் போன்றவற்றைப் பொறுத்தே, காற்றுவிசை ஆலைகளின் வடிவமைப்பு எந்திரவியல் அமைக்கப்படும்.

ஒரு முன்னணியான வடிவமைப்பினால் கீழ்க் காணும் தோராயமான வாய்பாட்டைக் கொண்டு காற்றோட்டத்தின் திறனைக் கணக்கிடலாம். இதில் $P = \frac{1}{2}DV^3$ இதில் P, காற்றோட்டத்தின் திறன்; D,காற்றின் அடர்த்தி; V, காற்றோட்டத்தின் திசை வேகம்; அதாவது, காற்று ஆற்றலின் மூலம் கிடைக்கக்கூடிய மின்திறன், காற்றோட்டத் திசைவேகத்தின் மூன்று மடிக்கு நேர்விகிதத்தில் மாறுபடும். இது காற்று ஆற்றலினை உற்பத்தி செய்யும்போது கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய ஒரு முதன்மையான கூறுபாடாகும்.

காற்றோட்டத்தின் வேகம் ஒரே அளவாக இல்லாமல் காலத்துக்குக் காலம் தட்பவெப்ப நிலையினைப் பொறுத்து மாறுபடும் தன்மையுடையதாகும். மேலும், காற்றோட்டம் பல்வேறு திசைகளிலும் அமையும். எனவே, ஓரிடத்தில் கிடைக்கும் காற்றாற்றலின் திறனைக் கண்டறிவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் கிடைக்கக்கூடிய சராசரித் திசை வேகத்தோடு தொடர்ச்சியாக மணிக்கணக்கில் கிடைக்கும் காற்றோட்டத் திசைவேக அளவினைக் குறிக்கும் வரைபட விவரங்களும் தேவை. காற்று விசை எந்திரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்குக் குறைவாக இருந்தால் பயனற்றதாகிவிடும். காற்றோட்டத்தின் இந்த அடி வரம்பை; திசைவேகத்தினைக் குறுக்கீட்டு வேகம் அல்லது இயக்கத் தொடக்க வேகம் என்பர். அதேபோல் காற்றின் வேகமும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு மேல் போனாலும், கட்டுப்படுத்த முடியாது. இந்த பெருமத் திசை வேகத்தினை மடிப்புறு (furling) வேகம் என்பர். தொடர்ந்து பதிவு செய்யப்பட்ட காற்று விவரங்களைக் கொண்டு காற்றுவிசை எந்திரத்தின் வரையளவு வேகத்தினைக் (rated speed) கணக்கிடலாம்.

காற்றுச் சுழலி. எந்தத் திசையிலிருந்து காற்று வீசினாலும் இயங்கக் கூடிய காற்றுச் சுழலிகள் தேவை. இச் சுழலிகள் நீண்ட செங்குத்துக் கம்பத்தில் இரண்டு மூன்று, விசிறி இலைகளுடன் கூடியனவாக இருக்கும். நல்ல காற்றோட்டமுள்ள உயரத்திலே இச்சுழலிகளைப் பொருத்துவதற்கான தகுந்த கோபுரக் கம்பங்கள் தேவை. நல்ல காற்றோட்டம் கிடைக்கும் இடம் 50 இலிருந்து 200 மீட்டர் உயரத்திலிருக்கும். இந்த உயரம் இடத்திற்கேற்றவாறு மாறுபடும்.

வடிவமைப்புக்கான சில விதிமுறைகள்

குறைந்த காற்றோட்டம். இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் வீசும் காற்றோட்டத்தின் சராசரித் திசைவேகம் மிகக் குறைவு. எனவே, குறைவான திசைவேகத்தில் (8 முதல் 10 கி.மீ / மணி) இயங்கக் கூடிய காற்று விசைஆலைகளைத் தயாரிக்க வேண்டும். அதே சமயத்தில் இந்த எந்திரங்கள் பெருமத் திசைவேகமாகிய 40 கி.மீ/ மணியில் இயங்கக் கூடியனவாகவும் அமைக்கப்பட வேண்டும். இவற்றின் தாங்கும் வேகம் சுமார் 160 கி.மீ/ மணி அளவாவது இருக்கும்படி வகுக்கப்பட வேண்டும்.

எக்கி. காற்று ஆற்றல் எக்கி(pump)உயர்தொடக்கத் திருக்கம் (high starting torque) உடையதாகவும், நீண்ட விட்டமுடைய உலக்கை (piston) அல்லது உந்தும் மென் சுவர் (diaphragm)(சுற்றுகள் /நிமிடம்) எக்கியை இயக்குவதற்கேற்பக் குறைந்த சுழல்வேகம் கொண்டதாகவும் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

நீர்ப்பாசனம். சுமார் 4 முதல் 6 கி.மீ/மணி வரை திசை வேகத்தில் இயங்கும் காற்றுவிசை ஆலை, பத்து மீட்டர் ஆழக் கிணற்றிலிருந்து, நாளொன்றுக்கு 28,750 லிட்டர் வீதம் இறைத்து, ஏழு நாள்களுக்குள், ஒரு ஹெக்ட்டேர் நிலப் பரப்பில் 2 செ.மீ. உயரத்திற்கு நீரை நிரப்பும்.

உள்ளூர்ப் பொருள்கள். இந்த அமைப்புக்காகும் தொடக்கநிலை முதலீட்டுத் தொகை, டீசல்-நீர் விசையேற்ற எக்கிக்காகும் செலவுக்குள்ளாக அடங்க வேண்டும். ஆகவே, கூடுமானவரை இந்த எந்திரங்கள் அமைக்கப்படும் இடங்களிலேயே கிடைக்கும் பொருள்களாலேயே காற்றுவிசை ஆலைகளை அமைக்க வேண்டும். மேலும் அந்த இடங்களில் வாழும் மக்களின் செயல்திறன்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். அந்த எந்திரங்களை எளிதாக இயக்குவதற்கும், பழுதடைந்தால் செப்பனிடுவதற்குமான பயிற்சிகளை அந்த வட்டார மக்களுக்கு அளிக்க வேண்டும். இங்ஙனம் செய்தால் ஊர்ப்புற மக்களுக்குப் போதிய வேலை வாய்ப்புகள் ஏற்படும்.

கூட்டு முயற்சி. பல இடங்களில் சிறுசிறு காற்று விசை ஆலைகளை அமைப்பதைவிட, ஒரே இடத்தில் பல எந்திரங்களை அமைத்துக் கூட்டாக இயக்கி ஆற்றலைப் பெருக்குவதே சிறந்தது.

காற்றிலிருந்து மின்சாரம். எங்கெல்லாம் காற்றோட்டத்தின் சராசரித் திசைவேகம் பேரளவில் நிலவுகிறதோ அங்கெல்லாம் காற்றாற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றி, மின்தேக்கக்கலங்களுடன் பயன்படுத்தலாம். தனியாகக் காற்றுவிசை ஆலைகளைக் கொண்டு மின்னாற்றலைப் பெறுவதைவிட, மற்ற மின் ஆக்க நிலையங்களோடு இணைத்துச் செயல்படுவது சிறந்தது. முதன் முதலில், நம் நாட்டில் பெங்களூரிலுள்ள தேசிய வான் பயணத் துறை ஆய்வு நிலையம், காற்றிலிருந்து மின் ஆக்கம் செய்யக்கூடிய மின்னாக்கியைத் தயாரித்தது. 20 முதல் 30 வரை வோல்ட்-ஆம்பியர் மணிகள் அளவு ஆற்றலை இது உற்பத்தி செய்தது. பாரத மிகுமின் நிறுவனம், 1 கிலோவாட் மின் திறன்வழங்கக்கூடிய குத்துநிலைக் காற்றுச்சுழலியைத் தயாரித்துள்ளது.

காற்றுவிசை ஆலைகளின் வகைகள்

காற்றுவிசை—2 (wp-2) வகை. நீர் இறைப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் இந்த வகைக் காற்றுச் சுழலியின் விட்டம் 4.9 மீட்டர். இச்சுழலியில் விசிறிஇலை வடிவ இதழ்களின் எண்ணிக்கை 12. அவை இரும்புத் தகட்டினால் ஆக்கப்பட்டு, வட்ட வடிவமான சுழலிச் சக்கரத்தின் மேல் பொருத்தப்படுகின்றன. காற்றின் வேகம் உச்ச வரம்புக்கு மேற்பட்டாலும், எந்திரத்தின் உறுப்புகள் அழிவடையாதிருக்கப் பாதுகாப்புகள் உள்ளன.

பல இதழ்வகை விசிறி ஆலை. இந்த வகை நீரேற்றும் காற்றுச் சுழலியின் விட்டம் 5 மீட்டர். இதன் சுழலி மெல்லிய உலோகத்திலான 12 விசிறி இலை இதழ்களினால் ஆனது. இவை வட்ட வடிவமான சுழலிச் சக்கரத் தொகுப்பின் மேல் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மூழ்கு தண்டு அல்லது உலக்கை கட்டையாலானது. அதன் ஊடாட்ட எக்கியின் உருளை (reciprocating pump cylinder) பாலிவினைல் குளோரைடினால் ஆனது.

பாய், கித்தான் வகை (sail type) விசை ஆலை. இதன் சுழலியின் விட்டம் 10 மீட்டர். இதில் பாய், கித்தான்கள் உள்ளன. இக் கித்தான்கள் எஃகுக் குழாய்க் கழிகளின் மேல் நைலான் கயிறுகளினால் பிணைக்கப்பட்டு இருக்கும். மிகக் குறைந்த காற்றின் வேகத்தினைப் பயன்படுத்தும் பொருட்டு உயர் விட்டமுடைய சுழலிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. விசை ஆலை, பயன்பாட்டில் இல்லாத போது கித்தான்களைச் சுற்றி வைத்துக் கொள்ளலாம். காற்றோட்டத் திசைவேகம் மணிக்கு 12 கி.மீ. அளவாக இருக்கும்பொழுது 9 மீட்டர் உயரத்தில் 9000 லிட்டர் தண்ணீரை ஒரு மணி நேரத்தில் இது இறைக்கும்.

சென்னையிலுள்ள முருகப்பச் செட்டியார் ஆய்வு மையம், தமிழ்நாட்டின் கடற்கரையோரப் பகுதியில் அணிலா (anila), போகில் (poghil) என இருவகை காற்றுவிசை ஆலைகளை நிறுவியுள்ளது. அணிலா ஒரே திசையில் இயங்கக்கூடியது. மற்றது எல்லாத் திசையிலும் இயங்கக்கூடியது. இரண்டு வகை ஆலைகளும் உள்ளூரில் கிடைக்கும் பொருள்களைக் கொண்டே தயாரிக்கப்பட்டவை. உள்ளூர் மக்களாலேயே பராமரிக்கப்பட்டும் வருகின்றன.

இந்தியாவில் இன்னும் 2 முதல் 3 மில்லியன் கிணறுகளுக்கு மின்சாரம் அளிக்கப்படவில்லை. இவற்றில் சுமார் 25 விழுக்காடு காற்றோட்டப் பகுதிகளில் அமைந்துள்ளன. குறிப்பாக வேளாண்மை வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்குத் தேவைப்படும் நீர் இறைக்கும் எக்கிகளைக் காற்றாற்றலைக் கொண்டு இயக்கலாம். ஏனெனில், இத்தகைய நீரேற்றத்திற்குத் தொடர்ச்சியான காற்றோட்டம் தேவையில்லை. அவ்வப்போது வீசும் வன்காற்று (gust), இடைவிட்ட காற்று வீச்சு இருந்தாலே போதுமானது. மேலும், நெடுந்தொலை ஊர்களுக்கு இந்த மின் அமைப்பின் மூலம் எளிதில் ஆற்றலை வழங்க முடியும்.

கி.பி. இரண்டாயிரத்தில் நம் ஆற்றல் ஆக்கத்தில் கணிசமான பங்கு காற்று ஆற்றலாக இருக்கும். இதனால், எதிர்கால ஆற்றல் பற்றாக்குறையினை ஓரளவுக்குச் சரிக்கட்டலாம் என உறுதி கொண்டு, காற்றாற்றல் துறை வளர்ச்சிக்குப் பாடுபடவேண்டும்.

எல்.கே. இராமலிங்கம்

ஆற்றல், சமநிலை

தாவரங்கள் இவ்வுலகத்தில் உள்ள அனைத்து உயிர்கட்கும் உணவைக் கொடுக்கின்றன. இவை சூரிய ஆற்றலை உறிஞ்சி உணவுப் பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை (photosynthesis) என்னும் புறநிலை வேதி முறை இதன் அடிப்படையாகவிளங்குகின்றது. தாவரங்கள் பச்சையத்தின் (chlorophyll) மூலம் நீர், கார்பன்டைஆக்சைடு (CO_2) இவற்றைக் கொண்டு சூரிய ஆற்றலை வேதி ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன. இவ்வினைக்கு ஒளிச்சேர்க்கை என்று பெயர்

$$\text{கார்பன்டைஆக்சைடு} + \text{நீர்} \xrightarrow{\text{சூரிய ஒளி}} \text{மாவுச்சத்து} + \text{ஆக்சிஜன்} \uparrow$$

பொதுவாக, ஒளிச்சேர்க்கை, பச்சையம் உள்ள இலை, தண்டு, காய்களின் மேல்தோல் ஆகியவற்றில் நடக்கின்றது. உலகத்திலுள்ள மொத்த ஒளிச் சேர்க்கையின் பரப்பளவு (photosynthetic surface) 510×10^6 சதுர கிலோ மீட்டர் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

ஓர் ஆண்டில் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் 1.39×10^4 கிலோ கிராம் கரிமப் பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப் படுகின்றன என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் கணக் கிட்டுள்ளார்கள். ஒவ்வோர் ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பும் நாள் ஒன்றுக்கு 4×10^6 கிலோ கிராம் கலோரி சூரிய ஆற்றலைப் பெறுகின்றது. ஆனால், அனைத்து ஆற் றலும் தாவரங்களால் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை; ஏறத்தாழ 40 விழுக்காடு அளவுதான் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. ஏனெனில் சூரிய ஒளியில் 400 முதல் 700 நா.மீ வரை உள்ள அலைநீளக் (wave length) கதிர் களே (rays) ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பயன்படுகின்றன. எனவே, இவ்வலை நீளக் கதிர்களை ஒளிச் சேர்க் கையை விளைவிக்கும் கதிர்கள் என்று கூறலாம்.

ஆற்றல் மாற்றத் திறமை (energy conversion efficiency). இது பயிர் வகைகளில் மிகக் குறை வாகவே உள்ளது. தற்போது உள்ள சாகுபடி முறை மூலம் 0.1 முதல் 10 விழுக்காடு வரைதான் அடையமுடி யும். இதற்குக் காரணம், உரங்களின் பற்றாக்குறை, அதிக விளைச்சல் கொடுக்கும் வகைகள் இல்லாமை, நீர் பற்றாக்குறை, பூச்சி, நோய்களின் தாக்குதல் களுக்கு உட்படுதல் முதலியவையாகும் தீவிர சாகுபடி யின்மூலம் 5 விழுக்காடும், ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் 20 விழுக்காடும் அடையமுடியும் எனக் கண்டுபிடித் துள்ளார்கள்.

$$\text{ஆற்றல்மாற்றத்திறமை} = \frac{\text{தாவரங்களிலஉள்ளஆற்றல்}}{\text{சூரியஒளியில் கிடைக்கும் ஆற்றல்}}$$

ஆற்றல் சமநிலை. விளைச்சல் தாவரங்களிடையே அதிக அளவில் மாறுபடுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, கரும்பின் அதிகப்படியான விளைச்சல் ஹெக்டேருக்கு 300 டன்களாகவும், எண்ணெய்வித்துக்களின் விளைச்சல் 1.5 டன்களாகவும் உள்ளன. இவற்றின் வேதி உட்பொருள்களை ஆராய்ந்தால் இவ்வேறு பாட்டிற்குரிய காரணங்கள் தெளிவாகின்றன. மாவுச் சத்துக்கள், கரிம அமிலங்கள் (organic acids) ஆகிய வற்றைச் சேமிக்கும் கிழங்கு வகைகள், பழவகைகள் முதலியன எடுத்துக்காட்டுகளாகும். ஒளிச்சேர்க்கை யின் போது மாவுச்சத்துக்கள் நேரடியாகவே அதிக அளவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் ஆற் றல் வீணாகாமல் பேரளவில் திரட்டி வைக்கப்படு கின்றது. புரதம், கொழுப்பு, ஊட்டச்சத்துக்கள் (vitamins), உப்புகள் முதலியவற்றை த்திரட்டி வைக் கும் தாவரங்களின்விளைச்சல் குறைவாகவே இருக்கின் றது. ஏனென்றால், ஒளிச்சேர்க்கையின் போது தயா ரிக்கப்படும் மாவுச்சத்து, புரதம், கொழுப்பு, உயிர்ச் சத்து ஆகிய ஆற்றல் மதிப்பு (high energy value) உள்ள பொருள்களாக மாறும்போது பேரளவு உயர் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் சுவா சித்தலின் மூலம் அடினோஸின் ட்ரைபாஸ்ஃபேட்டு (adenosine triphosphate-ATP) பொருளின் மூலக்கூறு களாக மாற்றப்படுகின்றது. இதனால் மாவுச்சத் தின் அளவு குறைந்து ஆற்றல் தேவை அதிகப்படுவ தற்கேற்றாற் போல் விளைச்சலும் குறைகின்றது. எடுத்துகாட்டாக எள், நிலக்கடலை, துவரை, உளுந்து முதலியவற்றைக் கூறலாம். கடலோர உவர் நிலங்களில் வளரும் தாவரங்களின் உலர்பொருள் (dry matter) மற்ற தாவரங்களில் இருப்பதைவிடக் குறைந்தே இருக்கும். காரணம், இத்தாவரங்கள் உப்பைப் பேரளவில் திரட்டி வைக்கின்றன. உவர் நிலத்தில் உள்ள உப்பை உறிஞ்சுவதற்கு ஆற்றல் அதிகமாகத் தேவைப்படுகின்றது. எனவே ATP தயா ரிக்க மாவுச்சத்துக்கள் அதிகமாகச் செலவழிக்கப்படு வதால விளைச்சல் குறைகின்றது. புரதம், கொழுப்பு ஆகியவற்றின் அளவு விளைச்சல் குறையக்குறைய, அதிகரிக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாகப் புரதமும், கொழுப்பும் உருளைக்கிழங்கில் முறையே 2,1 விழுக் காடும், கோதுமையில் 10, 2.4 விழுக்காடும் உள்ளன. ஆனால் இவை அதிக அளவு விளைச்சல் தருபவை. உருளைக்கிழங்கு ஹெக்டேருக்கு 50,000 கிலோவும், கோதுமை 5,000 கிலோவும் விளைச்சல் கொடுக் கின்றன. இவ்வாறே, கால்சியம், இரும்பு, ஊட்டச் சத்துக்கள் ஏ, பி 1, பி 2, நிக்கோட்டினிக் அமிலம் (nicotinic acid) போன்றவைகளின் அளவு, விளைச் சலின் அளவுக்கு எதிர்விகிதமாகவே உள்ளது.

தாவரங்களின் உருவம், விளைபொருள்கள் விளைச்சல் ஆகியவற்றில் மாறுதல்கள் இருப்பினும் அவை அனைத்தும் தம்மகத்தே கொண்டுள்ள மொத்த ஆற்றலின் அளவில் மாறுபடுவதில்லை. எனவே, தாவரங்கள் அனைத்தும் ஆற்றல் சமநிலை பொறுத்துச் சமமாகவே உள்ளன என்பதை அறியலாம்.

ந. நடராசரத்தினம்

நூலோதி

1. Evans, L. T., Crop Physiology, Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
2. Sestak, Z., Catsky, J., Jarvis, P. G., Plan Photosynthetic Production: Manual of Methods Junk N. V. Publishers, Hague, 1971.
3. Speeding, C. R. W., Walsingham, J. M., Hoxey A.M., Biological Efficiency in Agriculture, Academic Press, New York, 1981.
4. Van der Have, D.J., Plant Breeding Perspectives Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands, 1979.

ஆற்றல், சூரிய

ஒளிச்சேர்க்கை முறையில் (photo synthesis) தாவரங் களின் வழியாகச் சூரிய ஆற்றலைப் பெறுவதைக் காட்டிலும், அச்சூரிய ஆற்றலை நேராகவே, தொழிற்

சாலைகளுக்கும் வாணிகத்திற்கும் வீட்டிற்கும் பயன் படுத்தும் கருத்து ஒரு நூற்றாண்டிற்கும் மேலாகவே ஆராயப்பட்டு வந்துள்ளது. சூரிய ஆற்றலைப் பயன் படுத்தும்முறை பற்றிய தற்போதைய கருத்துக் களுடன் இதற்கு முற்பட்ட காலத்தில் கூறப்பட்ட கருத்துக்களையும் ஒருங்கிணைத்து மேம்பட்ட தொழில் நுட்பத்துடனும், மேம்பட்ட செய்பொரு ளுடனும் சூரிய ஆற்றலை நடைமுறையில் செயல் படுத்தும் கருவிகள் பல உருவாக்கப்பட்டுச் செயல் முறைக்கும் பொருளாதாரத்திற்கும் ஏற்றவாறு வடி வமைக்கப்பட்டுள்ளன. விண்வெளி ஆய்விற்கும் முன்னதாக உருவாக்கப்பட்ட ஆராய்ச்சி முறை யிலிருந்து (methodologies) உருவாக்கப்பட்ட கருத்து களினால் சில புதிய கருத்துகள் கடந்த 20 ஆண்டு களாக எடுத்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. புதைபடிவு எரி பொருள்களை எரிப்பதால் ஏற்படும் விளைபொருள் களால் காற்றும் நீரும் மாசுறுதலினால் தோன்றும் விளைவுகளைக் கருத்தில் கொண்டதனால், 1960ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு சூரிய ஆற்றலைப் பயன் படுத்துவதில் மீண்டும் ஆழ்ந்த கவனம் செலுத்தப் பட்டது. பத்து ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் 1970ஆம் ஆண்டுத் தொடக்கம் முதற்கொண்டு, சுற்றுப்புற மாசுறுதலினால் தோன்றும் விளைவுடன், இயற்கைப் புதைபடிவு எரிபொருள்கள் (natural fossil fuels) குறைந்து கொண்டு வருவதும், அதிலும் குறிப்பாகத் தூய்மையான எரிபொருள்களான இயற்கை வளிம மும் (natural gas), குறைந்த கந்தகம் உள்ள இயற் கைப் பாறை எண்ணெயும் (low-sulphur crude oils) குறைந்து வருவதும் பெருங்கவலையை உண்டாக் கின. பதப்படுத்தாத பெட்ரோலியப் பொருள்களுக் கும் தூய்மையாக்கப்பட்ட பெட்ரோலியப் பொருள் களுக்கும் ஆன (raw and refined petroleum products) விலை ஏற்றத்தாழ்வினால் ஒட்டுமொத்தமான ஆற்றல் நிலையின்பால் 1970ஆம் ஆண்டின் நடுவில் மக்கள் கவனம் சென்றது. வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் எரி பொருள்களின் விலையேற்றத்தின் பின்னணியில் மாற்று ஆற்றல் மூலமாகச் சூரிய ஆற்றலைப் பயன் படுத்தும் கருத்துகள் பொருளாதாரவியலாகக் கருதத் தக்கனவாகக் காணப்பட்டன. சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் திட்டங்களில் பேரளவிலான ஆய் வுகள் ஏற்கனவே செய்யப்பட்டுள்ளன என்றா லும் சூரிய ஆற்றலை நடைமுறையில் பயன்படுத்து வதற்கான இந்நாள் வரை செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் குறைந்த அளவினவேயாகும்.

சூரிய ஆற்றல் தொழில் நுட்பத்தின் பெரும் பிரிவுகள்

சூரிய முறையில் தட்பவெப்பக் கட்டுப்பாடு. சூரியக் கதிர்வீச்சினைத் திரட்டும் அமைப்புகளின் (solar radiation collection systems) பண்புகளை எடுத் துரைப்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் சொற்றொடராக சூரியமுறைத் தட்பவெப்பக் கட்டுப்பாடு என்ற சொற்றொடர் அமைகிறது. இத்தகைய அமைப்பில் வீடுகள் மற்றும் கட்டடங்களின் கூரைகளிலும் சுவர்களிலும் சூரிய ஆற்றலை உறிஞ்சும் பொருள் களைப் (energy absorbant materials) பயன்படுத்திச் சூரிய ஆற்றலை உறிஞ்சி, நீர் வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றது. இந்த வெந்நீரை இடையகமாகக் கொண்டு (medium) கட்டடங்களையும், வீடுகளை யும் வெப்பப்படுத்தவோ குளிர்விக்கவோ செய்ய லாம். உள்வரும் சூரிய ஒளியைத் திரட்டுவதற்காக அத்திரட்டிகளின் (collector) அமைவிற்கான உகந்த தோர் இட அமைப்பினை உறுதி செய்யக் கட்டட வடிவமைப்பில் புதிய கட்டிடக்கலைக் கருத்துக் களைக் (architectural concepts) கையாளும்போது, வெற்றிகரமான பயன்பாட்டினைப் பெறலாம். செயல்விளைவுடைய உறிஞ்சும் பொருள்களின் பாலும் (effective absorbant materials) அத்திரட்டி களை நிறுவுவதற்குரிய வடிவ அமைப்புக்களின் பாலும், (geometry of the installations) திரட்டிகளி லிருந்து இடையீட்டுப் பொருளான நீருக்கு (water medium) ஆற்றலை மாற்றுதலின்பாலும் இதனைச் செயல்படுத்துவதற்கான பொருளாதாரத்தின்பாலும் கவனம் இந்நாள் வரை செலுத்தப்பட்டு வந்துள் ளது. 1975 ஆம் ஆண்டின் இடைப்பகுதி முதற் கொண்டு உலகம் முழுவதும் ஓரளவு முதன்மை வாய்ந்த சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி வெப்ப மூட்டும் 120 கட்டிடங்கள் (solar-heated structures) கட்டப்பட்டுள்ளன. அண்மையில் சிலவகைக் கட்ட மைப்புகளில் நீருக்குப் பதிலாகக் காற்றினைப் பயன் படுத்தி வெப்பப்படுத்தும் முறைகள் பற்றி ஆய்வுகள் தொடங்கப்பட்டுள்ளன.

சூரிய ஆற்றல் குவிக்கும் அமைப்புகள். பெரிய பரப்பளவில் கிடைக்கும் சூரிய ஆற்றலைத் (இப்பரப் பளவு சூரிய முறைத் தட்பவெப்பக் கட்டுப்பாட்டி னைச் செய்யும் அமைப்புகளில் பயன்படுத்தப்படும் சில சதுர அடிகளைப் போன்றல்லாமல், பல ஏக்கர் அளவினையுடையதாகும்) தகுந்த ஆற்றல் உறிஞ்சும் பொருளின் மீது குவித்து, நீரைப் போன்ற ஒரு பாய்ம இடையகத்துக்கு அவ்வெப்பம் மாற்றப்படு கின்றது. இதனைக் கொண்டு பல்வேறுபட்ட ஆற் றலை மாற்றம் செய்யும் கருவிகளின் வழியாக இறுதியாகப் பேரளவில் மின் ஆற்றலாக மாற்றப் படுகின்றது. இதனால் மரபுவழி எரிபொருள்களின் வளம் பேணப்படுகின்றது. இதற்காக உருவாக்கப் படும் கருத்துகளில் அடங்குவன, சூரிய ஆற்றலைத் திரட்டும் கோபுரமும் (solar tower energy collector), சூரிய ஆற்றலை உறிஞ்சும் பூச்சும் வெப்பக் குழாய் அமைப்பும் (solar absorption coating and heat pipe system) ஆகும். இச் சூரிய ஆற்றல் தொழில் நுட்பத்தில் (solar energy technology), ஃபிரான்சு நாட்டில் பல்லாண்டுகளுக்கு முன்பாக உருவாக்கப் பட்ட, மிகை உயர் வெப்பநிலைகளில் வெப்பத்தைக் கடத்தும் பொருள்களைப் பற்றிய ஆய்வாக அமைந்த

சூரிய ஆற்றலைக் குவிக்கும் ஆற்றல் அமைப்பும் அடங்கும்.

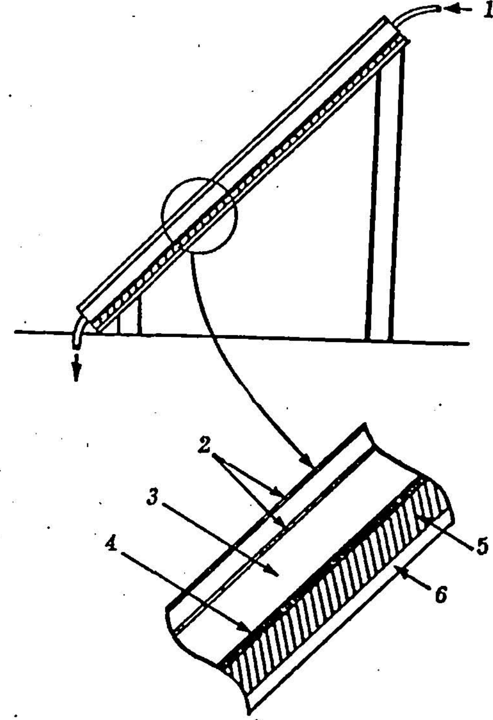
நேரடியாகச் சூரிய ஆற்றலை மாற்றும் அமைப்புகள். இவ்வகை அமைப்புகளில் வெப்பத்தை மின்சாரமாக மாற்றும் கருவிகளும் (சூரிய மின்கலங்களும் அதன் அடுக்குகளும்) வெப்ப வேறுபாட்டின் வழியாக மின் சாரம் ஆக்கம் செய்யும் கருவிகளும் (வெப்ப மின் அமைப்புகள்) வெப்பத்தினால் எலெக்ட்ரான்களை உமிழும் கருவிகளும் (வெப்பமின்னணு அமைப்புகள்) சூரிய ஆற்றலை உட்கொண்டு அதை மின் ஆற்ற லாக மாற்றுகின்றன. குடியிருக்கும் இடங்களின் மேலும், மற்ற கட்டமைப்புக் கூரைகளின் மேலும் அத்தகைய கருவிகளை வரிசையாக அமைப்பதும் மற்றும் பல மில்லியன் அளவில் அத்தொகுதிகளை நிலக்கோளத்தைச் சுற்றிச் சுழன்று வரும் துணைக் கோளில் அமைத்து, அதனால் உண்டாக்கப்பட்ட ஆற்றலை நுண்ணலைச் செலுத்த முறையில் (micro wave transmission) மாற்றம் செய்வித்து நிலக் கோளுக்குக் கிடைக்கச் செய்வதும் இப்பகுதியில் அடங்கும் கருத்துக்களாகும்.

மறைமுகமான வழியில் சூரிய ஆற்றலை மாற்றும் அமைப்புகள். இத்தகைய அமைப்பில், பிடிபட்ட சூரிய ஆற்றல் வெப்பப்படுத்துவதற்கான நீர்ம இடை யகத்துக்கு மாற்றப்படுவதில்லை. உடனடிச் செலுத் தத்திற்கான மின்சாரமாகவும் உடனே மாற்றப்படு வதில்லை. ஆனால் அதற்குப் பதிலாகத் தேக்க முடிந்த ஹைட்ரஜன் போன்ற பிற வடிவ ஆற்றலாக (எடுத் துக்காட்டாக நீரினை மின் பகுப்பினாலோ, வெப்பப் பகுப்பினாலோ ஆக்சிஜனாகவும், ஹைட்ரஜனாகவும் பிரிக்கலாம்) மாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு கிடைத்த ஹைட்ரஜனை வழக்கமான இயற்கை வளிம வடிவிலும் கையாளலாம். ஹைட்ரஜனை எரிபொருள் மின்கலங்களிலும் (fuel cells) பயன்படுத்தலாம்.

கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம். கடல்நீரின் மேல் அடுக்கு சூரியனால் வெப்பப்படுத்தப்படுவதால் ஏற் படும் அதிக வெப்ப நிலைக்கும் கடலின் ஆழத்தி லுள்ள குளிர்ந்த நீர் அடுக்குகளிலுள்ள தாழ்ந்த வெப்ப நிலைக்கும் உள்ள வேறுபாட்டினைப் பயன் படுத்தி இம்முறை செயல்படுகின்றது. இக்கருத்து 1881 ஆம் ஆண்டு டீ ஆர்சன் வால் (De Arson Val) என்பவரால் முதன் முதலில் எடுத்துக் கூறப்பட்டது. இத்தகைய அமைப்பை மனத்தில் கொள்ளும்போது தனித்தன்மையுடன் வடிவமைக்கப்பட்ட சுழலிகளு டன் (specially designed turbines) கடற்கரைக்குச் சற்றுத் தள்ளி மேடையினை நிறுவுதல் (off shore platform installations) தேவையாகுமெனத் தோன்று கிறது. ஆற்றல் மாற்றம் நேரடியாக மின் ஆற்றலாக அமையலாம்; அல்லது இந்த ஆற்றலைக் கொண்டு ஹைட்ரஜனை உண்டாக்கிக் குழாய் வழியாகக் கடற் கரைக்கு அனுப்புதலாக அமையலாம்.

காற்றின் ஆற்றல். சூரிய ஆற்றலுக்கான அணுகு முறைகளில் காற்றின் ஆற்றலும் வகைப்படுத்தப்படு கின்றது. ஏனெனில் வளிமண்டல வெப்ப மாறுபாட் டின் காரணமாகக் காற்றுகள் வீசுகின்றன. எனவே காற்றின் ஆற்றல் மூலம் சூரியனுக்கே உரியதாகின் றது.

மேற்கூறப்பட்ட திட்டங்களுடன் புவிநோக்கி வரும் சூரிய ஒளியைத் திறம்படப் பயன்படுத்தி ஒளி செறிவிப்பு முறையில் வேளாண்மைப் பொருள்களை உண்டாக்குவதற்கான தொடர்ந்த ஆய்வுகளையும் சேர்க்க வேண்டும். வேளாண்மைத் தேவைகளைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது குறைந்த ஆற்றலினால், தானிய உற்பத்தியைப் பெருக்கி வேளாண்மைத் திறனை உயர்த்திடலாம். ஒளிச்சேர்க்கை பற்றிய ஆய்வினால் (photosynthesis research) தானியங்கள் வேளாண்மை எரிபொருள்கள் (agricultural fuels) என அழைப்பதன் காரணம் என்னவென்றால், இத்



படம் 1. தட்டைத் தட்டுச் சூரிய ஆற்றல் திரட்டி

1. வெப்ப மாற்றப் பாய்மம் 2. கண்ணாடித் தட்டுகள் 3. வெப்பமாற்று வழி 4. உட்கவரும் பரப்பு 5. வெப்பக் காப்பீடு 6. தாங்கு கட்டமைப்பு

தானியங்களிலிருந்து பலவகை ஆல்கஹால்களையும் கரிம எரிபொருள்களையும் (organic fuels) பெறலாம். மேலும் இவ்வொளிச்சேர்க்கையின் வழியாகத் தூள் நிலக்கரியாகவும் (peat) தாழ்ந்த வடிவங்களிலான பதப்படுத்தாத புதை படிவு ஆற்றலாக (low forms of raw fossil energy) உள்ள அமைப்புகளாகவும் உருவாக்குவதை விரைவுபடுத்தலாம்.

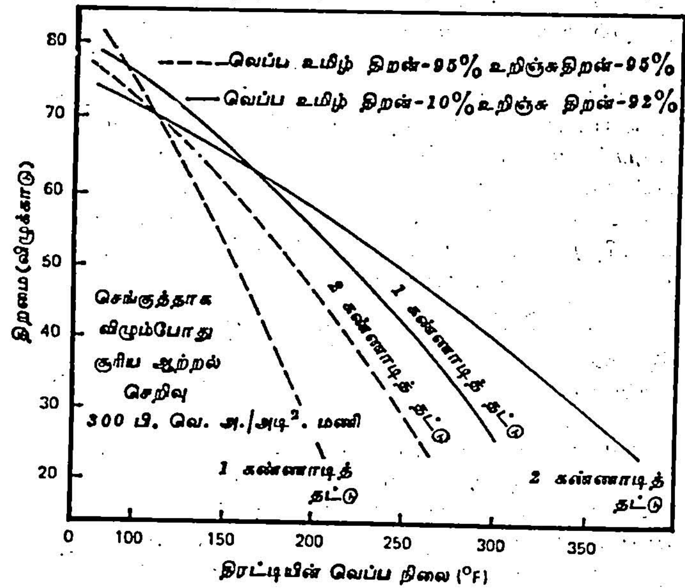
சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதற்குரிய பல அணுகு முறைகளுடன் மற்ற ஆற்றல் வடிவங்களின் (நில வெப்ப ஆற்றல், நிலக்கரி வளிமமாக்கம், அணுக்கரு ஆற்றல் போன்றவை) உருவாக்கத்திற்கும், மேம்பாட்டிற்கும் எதிராகச் சூரிய ஆற்றல் போட்டியிட வேண்டியிருப்பதாலும் இந்நாள் வரை சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதில் பெரியதொரு முன்னேற்றம் அடைய முடியவில்லை. எடுத்துக்காட்டாக இரண்டாம் உலகப் போரின்போது மேன்ஹாட்டன் திட்டத்தில் செலவு செய்யப்பட்ட பணத்தைக் காட்டிலும் மிக்க அளவில் செலவு செய்து சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் எல்லாத் திட்டங்களையும் முழு அளவில் பின்தொடர்ந்து அறிவியல் அடிப்படையில் சூரிய ஆற்றலைத் திறம்படப் பயன்படுத்தும் வழிகளைச் சில ஆண்டுகளில் காணலாம்.

சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதற்கான திட்டக் கருத்துக்களைச் செயல்முறைப் படுத்த ஒவ்வொரு கருத்திற்கும் ஆர்வமுடைய தம்மையே தந்துவிட்ட ஆய்வாளர்கள் உள்ளனர். இச்செயல்களில் முயன்று தவறு நேர்ந்தாலும் அத்தவற்றினைத் திருத்தி மிகவும் சரியான பொருளாதாரவியலாகச் செயல்படக்கூடிய கருவிகளை அவர்களால் உருவாக்க இயலும்.

சூரியமுறைத் தடவெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு. படம் 1 இல் ஒருவகையான சூரிய ஆற்றல் திரட்டி (solar collector) காட்டப்பட்டுள்ளது. சூரிய ஒளியைப் பெறும் கருப்படைந்த பரப்பின் மீது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனித்தன்மை வாய்ந்த கண்ணாடித்தட்டுகள் மூடப்பட்டுள்ளமை இதன் சிறப்பான இயல்பாகும். கண்ணாடி வழியாகச் சூரியனின் கதிர் வீச்சு ஊடுருவிச் சென்று சூரிய ஆற்றல் திரட்டியின் மீது படும். ஆனால் அச்சூரிய ஆற்றல் திரட்டியிலிருந்து மீள் கதிர் வீச்சாக வெளிச் செல்வதை இக் கண்ணாடி அனுமதிப்பதில்லை. இவ்வாறாகப் பசுஞ் செடிகளை வளர்க்கும் கண்ணாடி வீட்டைப் (green house) போன்று இவ்வமைப்பு செயல்பட்டுச் சூரிய ஆற்றலைப் பிடிக்கின்றது. திரட்டியிலிருந்து வெப்பத்தை நீக்குவதற்குப் பயன்படுத்தும் வேலை செய்யும் பொருளாகக் காற்று அல்லது நீர் அல்லது வேறு ஏதாவது ஒரு பாய்மம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. காற்றினைப் பயன்படுத்தும்போது கருப்படைந்த பரப்பிற்கும், கண்ணாடித் தட்டிற்கும் இடையில் காற்றினைச் செலுத்திச் சூரிய ஆற்றல் திரட்டியிலிருந்து வெப்பத்தைக் காற்றுக்கு மாற்றம் செய்யலாம். நீரினைப் பயன்படுத்தும்போது கருப்புத்தட்டில் (blackened plate) குழாய்களை இணைத்து அக்குழாய்களில் நீரைச் செலுத்திச் சூரிய வெப்பத்தை நீருக்கு மாற்றலாம். ஓர் அலகு நேரத்தில் (unit time) பயன்படுத்தத் தக்க திரட்டப்பட்ட ஆற்றலுக்கும், படும் சூரியக் கதிர்வீச்சுப்பெருக்குக்கும் (incident solar flux) உள்ள வீதத் தொடர்பு சூரிய ஆற்றல் திரட்டியின் திறமை (efficiency) η ஆகும். இத்திறமையைக் கீழ்க் காணுமாறு கணக்கிடலாம்.

$$\eta = \alpha \tau - \frac{q_t}{q_{in}}$$

இதில் α என்பது சூரிய ஒளியின் உறிஞ்சுதிறன் (absorptivity); τ என்பது கண்ணாடித் தட்டின் செலுத்துதிறன்; q_t என்பது திரட்டியில் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு (heat loss): q_m என்பது படும் சூரியக் கதிர்வீச்சுப்பெருக்கு (incident solar flux) குறைந்த வெப்பநிலைக் கதிர்வீச்சின்போது வெப்ப இழப்பு q_t, வெப்ப உமிழ்திறன் (emissivity) Σ ஐச் சார்ந்ததாக உள்ளது. படம் 2 இல் சூரிய ஆற்றல் திரட்டியின் இயக்கச் சிறப்பியல்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்படத்தில் படும் கதிர்வீச்சின் 300 பி. வெ. அ. / (மணி சதுர அடி) அளவில் திரட்டியின் திறமை (collector efficiency) உறிஞ்சும் தட்டின் (absorber plate) வெப்பநிலைச் சிறப்பு இயல்புகள் வரையப்பட்டுள்ளன. படும் கதிர் வீச்சின் அளவு குறையும் போது, திறமையும் வேகமாக உறிஞ்சியின் (absorber) வெப்பநிலை உயரும் போது, திறமை குறைவதைக் காணலாம்.



படம் 2. அட்டவணை 1இல் விரிந்துரைக்கப்பட்ட சூரிய ஆற்றல் திரட்டிகளின் திரட்டும் திறமைகள்

அட்டவணை 1. மாற்றுத்திரட்டிக் கருத்துகள்		
(270°F, 132°C இல் இருக்கும்போது திரட்டியின் வெப்பநிலை)		
திரட்டி வகை	நடுப்பகலில் திறமை $\frac{q}{A} = 273 \frac{\text{பி. வெ. அ.}}{\text{(மணி) (சதுர அடி)}}$	காலை 10 மணி, மாலை 2 மணி அளவில் திறமை $\frac{q}{A} = 234 \frac{\text{பி. வெ. அ.}}{\text{(மணி) (சதுர அடி)}}$
A தேனடை அமைப்புக் கண்ணாடித் தட்டுகள் $\alpha = 0.90$ $\varepsilon = 0.15$ $\tau = 0.88$	39.%5	33.5%
B கண்ணாடித்தட்டுகள் $\alpha = 0.92$ $\varepsilon = 0.10$ $\tau = (0.88)^2$	43.5%	39.0%
C கண்ணாடித்தட்டுகள் $\alpha = \varepsilon = 0.95$ $\tau = (0.88)^3$	28.0%	21.5%

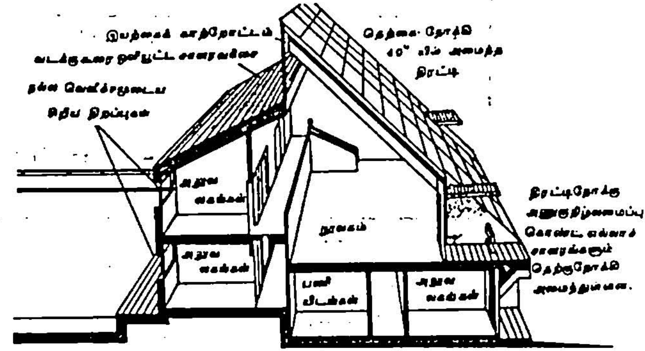
பலவகைத திரட்டி வடிவமைப்புகள் ஆராயப் பட்டன. இத்தகைய வடிவமைப்புகள் சிலவற்றின் மதிப்பிட்ட சூரிய ஆற்றல்திறமைகள் (estimated solar effleiencies) அட்டவணை 1இல் தரப்பட்டுள் ளன. நடுப்பகலில் சூரியனுடைய நிலையின்போதும் நடுப்பகலிற்கு இரண்டு மணிகளுக்கு முன்பும் பின் பும்உள்ள சூரியன் நிலையின் போதும் பெறப்படும் சூரியக் கதிர்வீச்சு மதிப்புகளைக் (solar radiation values) கொண்டு திரட்டிகளின் சூரியத் திரட்டுத் திற மைகள் (solar efficencies) கணக்கிடப்பட்டுள்ளன.

தேனடை போன்ற வடிவமைப்பானது (A) சூரிய ஆற்றலைப் பெறும் அமைப்புற்கும் (receiver) கண் ணாடித் தட்டிற்கும் இடையில் பொருத்தப் பட்டுள்ளது இத்தேனடை போன்ற வடிவமைப்பு கண்ணாடி அல்லது நெகிழியால் (plastice)ஆக்கப் பட்டுள்ளது. அது சூரியக் கதிர்களை உள்ளே செல்ல விடுகின்றது, ஆனால் நீண்ட அலையைக் கொண்ட (அட்டவ ணை1) கதிர்வீச்சினை (long wave madi-ation) வெளிச் செல்லவிடுவதில்லை. தேனடை போன்ற முகப்புத் தட்டுகள் (honey comb panels) இயற்கை யான வெப்பச் சுழல் இழப்புகளையும். கதிர்வீச்சு இழப்புகளையும குறைக்கின்றன.

சூரிய ஆற்றலைப் பயனுடையதாக்கும் கலையில், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பரப்புகளும், தேனடை போன்ற முகப்புத் தட்டுகளும், அண்மையில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்களாகும். இத்தகைய அமைப்புகள் நீண்ட நாளைய பயன்பாட்டிற்கு விரும்பத்தக் கவாறு இருந்தாலும், குறுகிய காலப் பயன்பாட் டிற்கு ஊறுவிளைவிப்பனவாக உள்ளன. சிறந்த தொரு திரட்டியை நன்கு உருவாக்குவதற்குத் திரட்டி யின் வடிவமைப்பு, C கருத்தினை அடிப்படை யாகக் கொண்டதாய் இருக்க வேண்டும். இத்கருத் தில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பரப்புக்களையோ தேனடை போன்ற முகப்புக் கூறுகளையோ பயன் படுத்துவதில்லை. திரட்டியிலிருந்து வெப்பத்தைக் கொண்டு செல்லும் வேலையில் பயன்படுத்தும் பாய்மம் (fluid) 10காலன்கள் அளவிலான வெப்ப மாற்றப் பாய்மமாகும் (heat transfer fluid). இந்த நீர்மம் திரட்டியிலிருந்து 270° F, 132° C. வெப்ப நிலையில், வெப்பத்தை மாற்றுகின்றது. 720 சதுர அடி திரட்டும் பரப்பினைக் கொண்டு வடிவமைப் பில், 270° F வெப்பநிலையில். வெப்பத்தைத் திரட்டும் வீதம் (heat collection rate) நடுப் பகலில் $0.28 \times 280 \times 720 = 56000$ பி. வெ. அ/மணி யும், மாலை 2 மணிக்கு 36000 பி.வெ.அ./ மணியும்

ஆகும். குறைந்த வெப்பநிலையில் திரட்டியிலிருந்து உயர் திறமை கிடைக்கும் நன்மையைக் கருத்தில் கொண்டு குளிர்காலத்தில் வெப்பம் ஊட்டுவதற்காக, திரட்டியினை மிகவும் குறைந்த வெப்ப நிலையில் 82° செ. இயக்க வேண்டியதாகின்றது. திரட்டியினுடைய குளிர்கால இயக்கத்திற்கு மிகவும் விரும்பத்தக்க சரிவு கிடைநிலையிலிருந்து (location latitude plus 15 degrees from the horzontal) 15° அகலாங்காகும். ஆனால் கோடைகால இயக்கத்திற்கு 8° அகலாங்காகச் சரிவைக் குறைக்க வேண்டும். பெரும்பான்மையான பயன்பாடுகளில். திரட்டியின் சரிவு (collector tilt) நிலையான ஓர் இடைநிலைக் கோணத்தில் பொருத்தி, கோடைகாலத்திலும் குளிர்காலத்திலும் சிறந்த இயக்கத்திற்குப் பொருத்தமாய் அமைக்கப்படுகின்றது.

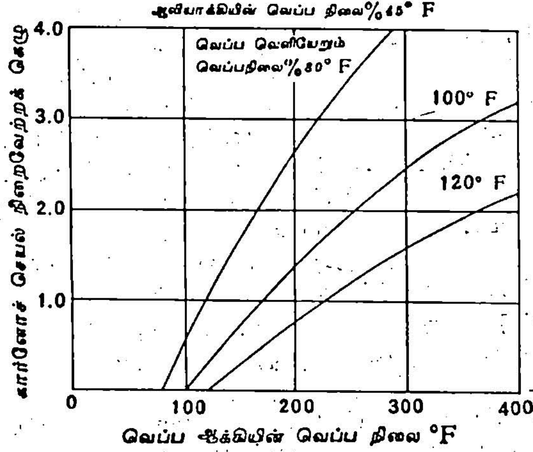
வெப்பத்தேக்கம். வேறுபட்ட தேக்க இடையீட்டுப் பொருள்களுக்கான, பருமன் அளவு அடிப்படையிலமைந்த வெப்பத் தேக்கக் கொள்ளளவினை (heat storage capacity) ஒப்பிட்டு நோக்கும்போது நீர் 62.5 பி.வெ.அ/ பருமன் அடி/ °F அளவுக்கு வெப்பத்தைத் தேக்குகின்றது. பாறைகளும் செங்கற்களும் சரளைக் கற்களும்(gravel) 36 பி.வெ.அ/ ப அடி/ °F அளவுக்கு வெப்பத்தைத் தேக்குகின்றன. விரும்பும் வெப்பநிலை இடைவெளியில் உருகும் சில உப்புகள்,உணர்வெப்பமாக (sensible heat) 60 பி.வெ.அ/ ப.அடி/ °F அளவு தேக்கக்கூடியனவாகவும் அதன் உருகு நிலையில்(melting point) 9500 பி.வெ.அ/ ப.அடி உருகும் வெப்பம் (heat of fusion) கொண்டவையாகவும் உள்ளன. இந்த உப்புக்கள் குளிர்விக்கும் சுழற்சியில் (cooling cycle) படிகங்களாகாமல் பேரளவுக் குளிர்ச்சியைக் கிடைக்கச் செய்கின்றன. பேரளவில் குளிர்ச்சியினை உண்டாக்காமல் தடுப்பதற்கு, கருவாக்கும் பொருட்களைப் (nucleating agents) பயன்படுத்தினாலும், பெரும்பான்மையான உப்பு ஹைட்ரேட்டுகளில் குறிப்பிட்ட வீதத்திலான படிகத்தின் வளர்ச்சி (fixed rate of crystal growth) மிகவும் மெதுவாகவே நடைபெறுகின்றது. படிகங்களின் வளர்ச்சிக்கு வழங்கும் வெப்பத்தைக் காட்டிலும், மிகவும் வேகமாக வெப்பத்தை எடுக்க இயலுவதில்லை. இது ஒரு பெரும் பிரச்சினையாக அமைகின்றது. தேக்கக் கொள்கலத்தை வடிவமைக்கும் போது, பெரியதொரு வெப்பமாற்றுப் பரப்பினை வழங்கி இப்பிரச்சினைக்குப் பகுதி அளவில் தீர்வுகாண இயலும். வெப்பக் காப்பிடப்பட்ட நீர்த் தொட்டியில், வெப்பத்தைக் தேக்கி வைப்பது சிறந்ததொரு தீர்வாக அமைகின்றது. பெரிதும் உகந்த தேக்க அளவு இருப்பிடத்தைச் சார்ந்து 1 இலிருந்து 3 நாள்கள் வரையிலான குளிர்கால நாள்களின் சூரிய வெப்ப வழங்கீடாகும். மேலும் அதன் அளவு கிடைவெளி 1000 இலிருந்து 2000 காலன்களாகும். சூரிய ஆற்றலால் வெப்பப்படுத்தும் ஒரு கட்டிடத்தின்குறுக்குவெட்டு முகம் படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3. சூரியஆற்றலால் வெப்பப்படுத்தப்படும் கட்டிடம்

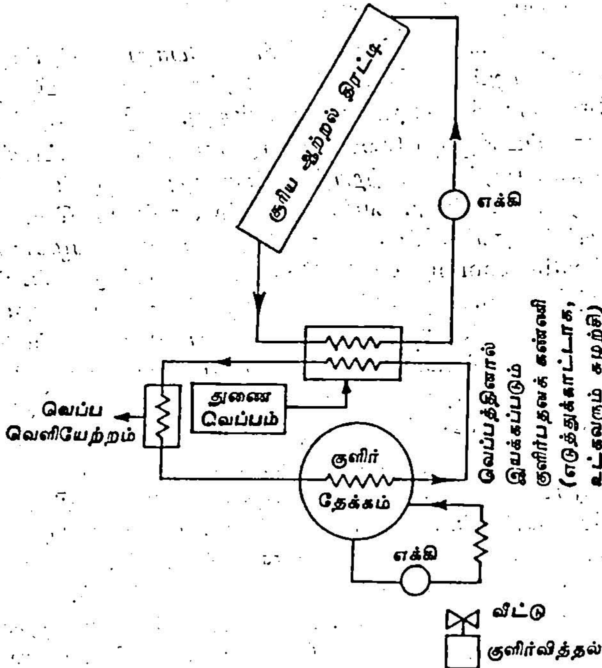
வெப்பத்தினால் இயக்கப்பட்ட குளிர்பதனாக்க முறை. சூரிய ஆற்றல் வாயிலாகக் காற்றின் வெப்பநிலைக்கட்டுப்பாட்டினை (solar air conditioning) அடைவதற்குப் பல்வேறுபட்ட வெப்பத்தினால் இயக்கப்பட்ட குளிர்பதனச் சுழற்சிகள் (heat actuated refrigeration cycles) எடுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளன. இவற்றை இராங்கைன், ஸ்டர்லிங் சுழற்சிகளைக் கொண்ட வெப்பப்பொறி வகைகளாகவும் (heat engine types) உட்கவரும் பொறிகளாகவும் பிரிக்கலாம். லிதியம் புரோமைட்டு - நீர் மற்றும் அம்மோனியா - நீர் உட்கவரும் சுழற்சிகள் (absorption cycles) இந்நாள் வரை மிகவும் வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டுள்ளன. சூரிய ஆற்றல் திரட்டியுடன் (solar collector) வெப்பத்தினால் இயக்கப்படும் குளிர்பதனியை (heat actuated refrigeration machine) இணைக்கும்போது இதற்கான வகையைச் சாராமல், இயங்கும் வெப்ப நிலையைச் சார்ந்தே வாணிகங்கள் நடைபெறுகின்றன. வெப்பநிலை உயரும்போது சூரிய ஆற்றல் திரட்டிகளின் திறமை, (efficiency) குறைகின்றது (காண்க, படம் 2). மறுபுறத்தில், வெப்ப ஆக்கியின் வெப்பநிலை (generator temperature) உயரும்போது வெப்பத்தினால் இயக்கப்படும் குளிர்பதனிகளின் கெழு (coefficient) உயர்கின்றது. படம் 4 இல் ஆவியாக்கியின் 45° F (7° C) வெப்ப நிலையிலும் (evaporator temperature) மற்றும் 120° F (49°C) (ஒருவகையான காற்றுக் குளிர்விப்பிற்கு) மற்றும் 100° F (38° C) (கிணற்று நீரைக் கொண்டு அடையும் வெப்பநீர் குளிர்விப்பிற்கு) வெப்ப வெளியேற்றும் வெப்ப நிலைகளிலும் (heat rejection temperatures) வெப்ப ஆக்கியின் வெப்ப நிலைகளுக்கான கார்னோச் செயல் நிறைவேற்றக்கெழு (carnot coefficient of performance) காட்டப்பட்டுள்ளது. உட்கவரும் எந்திரங்களில் (absorption machines) உட்கவரும் பொருளும்

(absorber) வடிகலனும் (condenser) பொதுவான வெப்ப வெளியேற்றும் வெப்ப நிலையில் (common heat rejection temperature) இயங்குகின்றன என கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றது. இந்த வரைவுகளைப் பயன்படுத்திக் காணும்போது ஓர் எளிய தனித்த கண்ணாடிப் பட்டைக் கருப்புத் திரட்டியினுடைய (single of pane black collector) திரட்டும் திறமை



படம் 4. வெப்பச்செயல்பாட்டுக்குளிர்பதனிச் செயல் திறக் கார்னோக் கெழு

கார்னோச் செயல் திற கெழு இவற்றின் பெருக்குப் பலன் 175°F (80°C) வெப்பநிலையில் பெரும வீதத்தினை அடைந்து(maximum rate)பின்னர் உயர்வெப்ப நிலைகளில் வேகமாகக் குறைகின்றது. தேர்ந்தெடுக்



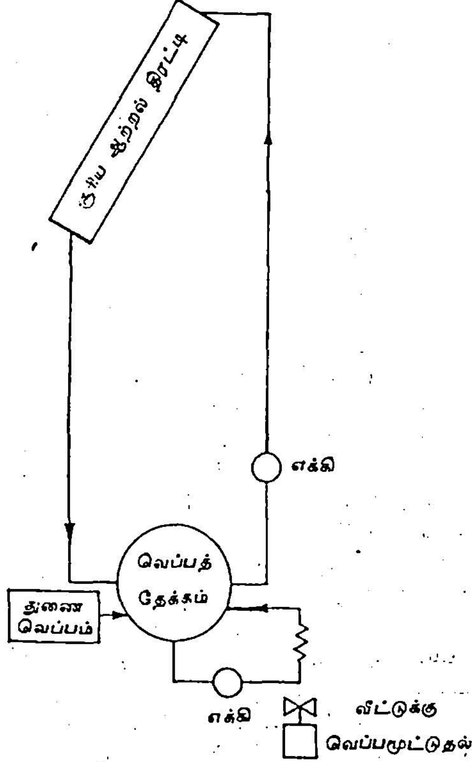
படம் 5. சூரிய வெப்பமூட்டும் அமைப்பின் உறுப்புகள்

கப்பட்ட பரப்பினைக் கொண்ட சூரிய ஆற்றல் திரட்டியைக் கொண்ட தனித்த கண்ணாடிப் பட்டை போன்ற பண்பு மேம்படுத்தப்பட்ட சூரிய ஆற்றல் திரட்டியினுடைய திறமை, செயல் நிறைவேற்றக் கெழு ஆகியவற்றின் பெருக்குப் பலன் பெரும அளவினைக் கொண்டதாயும், மேலும் அதன் அளவு 200° முதல் 300° F (93 இலிருந்து 149° C) வெப்பநிலை இடைவெளியில் நிலைத்தும் இருக்கும்.

சூரிய ஆற்றலால் வெப்பமூட்டும், குளிர்விக்கும் அமைப்பிற்கான அணுகு முறைகள். சூரிய ஆற்றலால் வெப்ப மூட்டும், குளிர்விக்கும் மூன்று அமைப்புகள் இங்கு விவரிக்கப்படுகின்றன.

வெப்பத் தேக்கம் உள்ள வெப்பமூட்டும் அமைப்பு. (simple heating system with hot storage). படம் 5 இல் காட்டியுள்ளவாறு, எக்கிகள், வால்வுகள், கட்டுப்பாடுகள் ஆகியவை நீங்கலாக, இவ்வமைப்பின் அடிப்படைக்கூறுகளாக அமைவன, சூரிய ஆற்றல் திரட்டி (solar collector), துணை வெப்ப மூட்டும் கருவி (auxiliary heating device), வெப்பத் தேக்க அமைப்பு (hot storage system), வெப்பப்படுத்தும் கூறு விசிறி மற்றும்காற்றுச்செல்லும் வழி ஆகியவை கொண்ட அமைப்பு (heater element fan and air duct system) என்பனவாகும். சூரிய ஆற்றல் திரட்டி, சூரியனிலிருந்து வரும் வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து, வெப்பமாற்றப் பாய்மத்திற்கு (heat transfer fluid) அவ்வெப்பத்தை மாற்றம் செய்கின்றது. இப்பாய்மம் தான் பெற்ற வெப்பத்தினை வெப்பத் தேக்க அமைப்பிற்குக் (hot storage system) கொண்டு செல்கின்றது. தேக்கத்திலுள்ள வெப்பம் நீர்மத்தின் வழியாக வெப்பமூட்டும் சுருள் குழாய் அமைப்பிற்குக் (heater coil) கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இங்குள்ள காற்றுச் சுழல்விக்கும் விசிறியால் (air circulating fan) சுருள் குழாயிலுள்ள (coils) வெப்பம் காற்றினால் பெறப்பட்டுக் காற்றுச் செல்லும் வழிக்குச் (air duct system) செல்கின்றது. வெப்பத் தேக்கத்திற்குத் தேவையான குறைந்த வெப்பநிலையினை நிலைநிறுத்துவதற்குப் போதிய அளவில் வெப்பத்தைச் சூரிய ஆற்றல் திரட்டியால் வழங்க இயலாமற் போகும்போது, எரிபொருள் அடுப்பு (fuel burner) மின் தடை வெப்பமூட்டுதல் (electric resistance heating) அல்லது மின்சாரத்தினால் இயக்கப்படும் வெப்ப எக்கி (electric driven heat pump) போன்ற துணை வெப்ப மூட்டும் கருவிகள் (auxiliary heating device) தேவையாகின்றன. படம் 5 இல் காட்டியுள்ளவாறு வெப்பத் தேக்கத்திற்கு இத்துணை வெப்பத்தைச் சேர்க்கலாம் அல்லது அறைக்காற்றை நேரடியாக வெப்பப்படுத்த இத் துணை வெப்பத்தைப் பயன்படுத்தலாம். மின் முறையில் வெப்ப மூட்டுவதால் ஏற்படும் நன்மையாதெனில் உச்ச நேரங்களல்லாத போது (nonpeak hours)

தேக்கத்திற்குச் சேர்க்கப்படும் வெப்பத்தைக் கட்டுப் படுத்தலாம்.

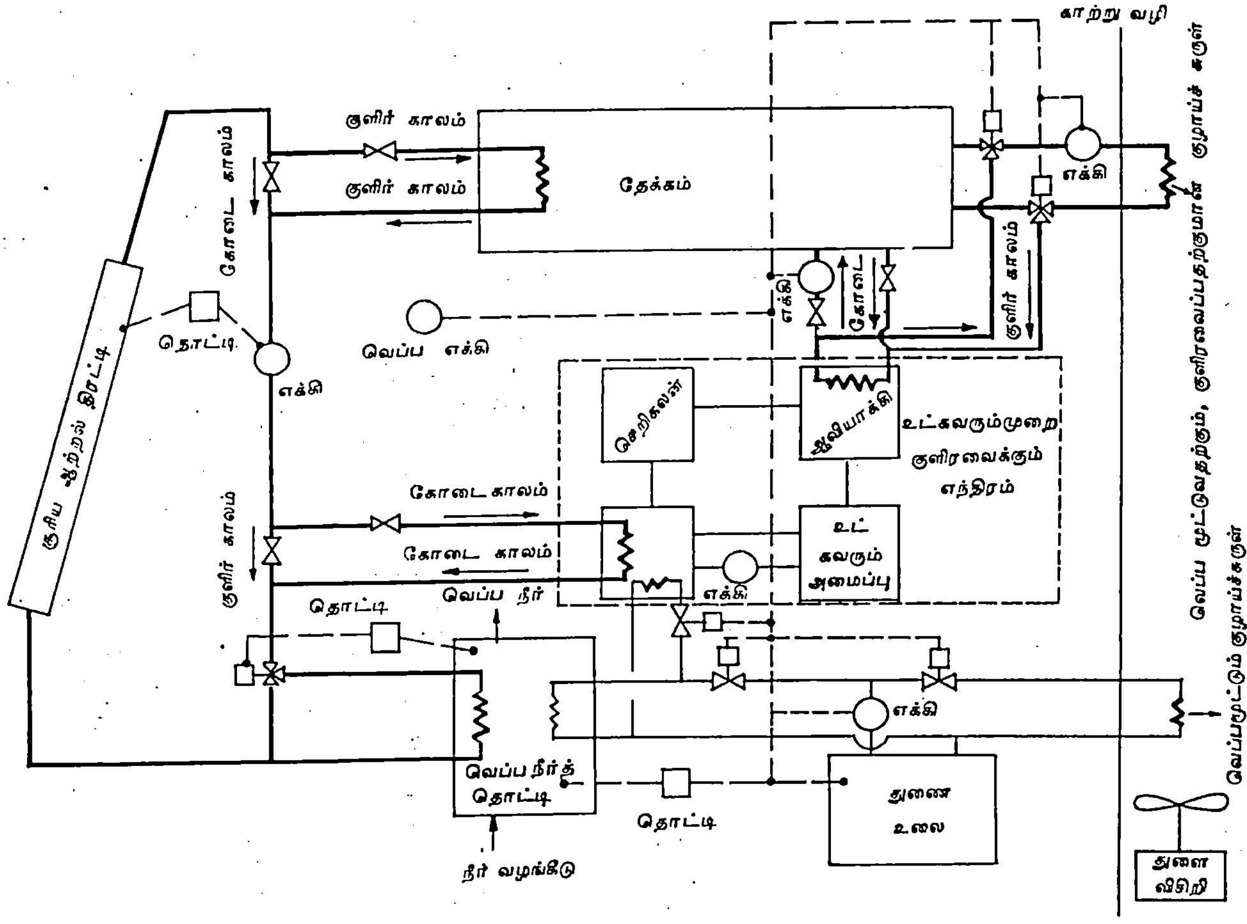


படம் 6. சூரியக்குளிர்விப்பின் அடிப்படை உறுப்புகள்

சூரியக் குளிர்விப்பும் குளிர்தேக்கமும். இந்த அமைப்பின் அடிப்படை உறுப்புகள் படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவையாவன, சூரிய ஆற்றல் திரட்டி (solar collector), துணை வெப்பமூட்டும் கருவி (auxiliary heating device), குளிர்தேக்க அமைப்பு (cold storage system), வெப்பத்தினால் இயக்கப்படும் குளிர்பதனக் கண்ணி (refrigeration loop). சூரிய ஆற்றல் திரட்டி வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து வெப்ப மாற்றப் பாயமத்திற்கு, (heat transfer fluid) மாற்றம் செய்கின்றது. வெப்பம் பெற்ற இப்பாய்மம், சூரிய வெப்பத்தை வெப்ப ஆக்கிக்கோ (generator) வெப்பத்தினால் இயக்கப்படும் குளிர் பதனக் கண்ணியின் கொதிகலனிற்கோ வழங்கு கின்றது. உள்வரும் இச்சூரிய வெப்பம் போதிய அளவில் இல்லாதபோது துணை வெப்பத்தினால் இக்கண்ணி இயக்கப்படுகின்றது. உட்கவரும் சுழற் சியைப் (absorption cycle) போன்றல்லாமல் இராங் கைன்சுழற்சி வகையைச் சார்ந்ததாய் வெப்பத்தினால் இயக்கப்படும் குளிர்பதனக்கண்ணி அமையும்போது அது எரிபொருளால் (fuel) துணை வெப்பமூட்டி இயக்கப்படுவதற்குப் பதிலாகத் துணை மின்திற னால் இயக்கப்படுவது நலமாக அமைகின்றது. குளிர்பதனக்கண்ணி குளிர் தேக்கத்தைக் குளிரச் செய்கின்றது. தேவைப்படும்போது, இக்குளிர் தேக் கத்திலிருந்து வீட்டினைக் குளிரவைக்கலாம்.

ஒருங்கிணைந்த வெப்பமூட்டும் அமைப்பும் குளிர வைக்கும் அமைப்பும். பலவகைப்பட்ட ஒருங்கிணைந்த வெப்பமூட்டும் அமைப்பு, குளிரவைக்கும் அமைப்பு களில் ஒன்று படம் 7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பின் உறுப்புகளாவன, சூரிய ஆற்றல் திரட்டி, வெப்பமூட்டும் சுருள் குழாய்களுடனான துணை உலை, தேக்க அமைப்பு (குளிர்காலத்தில் வெப்பமாயும், கோடைகாலத்தில் குளிர்ச்சியாகவும் இருக்கும்), உட்கவரும் குளிர்பதனச்சுழற்சி (absorption refrigeration cycle), தேவையான இதழ்கள் கட்டுப்பாடுகள் என்பனவாகும். தேவைப்படும் போது வெப்பத்தையும் குளிர்ச்சியையும் வழங்குமாறு இந்தக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு வடிவமைக்கப் பட்டுள்ளது. காலங்களின் மாறுதலுக்கு ஏற்றாற் போன்று இயங்கவைத்து, சூரிய ஆற்றல் திரட்டி யிலிருந்து பெறும் ஆற்றல் வெப்பத் தேக்கத் தொட்டிக்கோ (hot storage tank) குளிர்பதனச் சுழற்சி ஆக்கிக்கோ (refrigeration cycle generator) செலுத்தப்படுகிறது. வெப்பமூட்டும் சுமை அல்லது குளிர்விக்கும் சுமைக்குத் (heating or cooling load) தேவையான வெப்பத்தைச் சூரிய ஆற்றலால் (நேரடியாகவோ தேக்கமாகவோ) வழங்க இயலாமற் போகும்போது துணை வெப்பமூட்டுதல் அல்லது துணைக் குளிர்விப்பு (auxiliary heating or cooling) பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

குளிர்கால இயக்கத்தின் போது திரட்டி யில் பெறும் வெப்பம் தேக்க அமைப்பிற்கு நேரடியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. இத் தேக்க அமைப்பிலிருந்து வெப்பம் எடுக்கப்பட்டு வீட்டின் தேவைகளுக்கு ஏற்றாற் போன்று முதன்மைக் காற்றுச் செல்லும் வழியில் (main air duct) வெப்ப மூட்டும்/குளிர்விக்கும் சுருள்குழாய்கள் வழியாக (heating/cooling coil) வெப்பம் கொண்டுசெல்லப் படுகின்றது. இந்தச் சுருள்குழாய் மூவழி இதழ் களால் (3 way valve) கட்டுப்படுத்தப்படு கின்றது. வெப்பப்படுத்தும்போது திறந்தும் குளிர வைக்கும்போது மூடியும் இவை இயக்கப்படு கின்றன. விசிறியை இயக்கிக் காற்றைச் சுருள் குழாய்களின் மீது செலுத்தும்போது, அவ்வளைவுக் குழாய்களிலுள்ள வெப்பத்தைக் காற்று எடுத்துக் கொண்டு வீட்டிற்குள் செல்கின்றது. சில நேரங் களில் வீட்டிற்குத் தேவையான வெப்பத்தைச் சூரிய ஆற்றல் திரட்டியாலும், தேக்க அமைப்பாலும் வழங்க இயலுவதில்லை. இந்நேரங்களில் சூரிய ஆற்றல் அமைப்பு தேவையான வெப்பத்தை வழங்கும்வரை, துணை உலை (auxillary furnace) செயல்பட்டு வெப்பமூட்டும் சுமையினை (heating



படம் 7. சூரிய கூட்டுத் தட்ப வெப்ப நிலை வெப்ப மூட்டும் குளிரவைக்கும் அமைப்பு

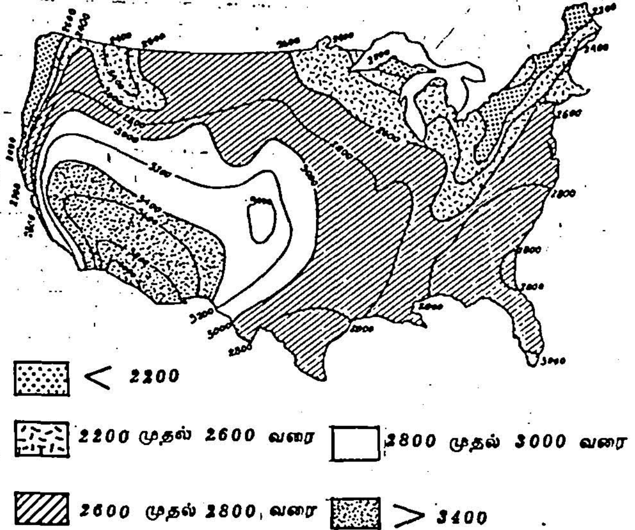
load) வழங்குகின்றது. வீட்டிற்கான வெப்ப நீரை வழங்குவதற்குத் தேவையான துணை வெப்பத்தைச் சூரிய ஆற்றலால் வழங்க இயலாமற்போகும்போது அதை இந்த உலை வழங்குகின்றது. சில நேரங்களில் குளிர்காலத்தில் வெப்பத் தேவைக்காக இயக்கும் போது, குளிர்ச்சி தேவையாகும் சில நாள்களும் உண்டு. இத்தகைய நிலை அமையும்போது, துணை உலையானது உட்கவரும் சுழற்சியை (absorption cycle) இயக்கும். வெப்பமூட்டும்/குளிர்விக்கும் (heating/cooling coil) சுருள்குழாய்ப் பகுதியிலமைந்துள்ள மூவழி இதழ்கள் இரண்டினை இயக்கவைத்து உட்கவரும் எந்திரத்திலிருந்து குளிர்ந்த நீரினை இச்சுருள் குழாய்கள் வழியாகச் சுற்றிச் செலுத்த வகை செய்யப்பட்டுள்ளது.

கோடை கால இயக்கத்தின்போது திரட்டியில் பெறும் சூரிய ஆற்றல் வெப்ப வடிவில், உட்கவரும் முறையில் இயங்கும் குளிர்பதனிக்கும் (absorption refrigeration machine) வீட்டிற்கான வெப்ப நீரை வழங்கும் வெப்பப்படுத்தும் கருவிக்கும் (hot water heater) நேரடியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. குளிர்விக்கும் அமைப்பிற்கான முதன்மையான இயக்கும் விசையினைத் (main driving force) திரட்டப்பட்ட சூரிய ஆற்றல் வழங்குகின்றது. குளிர்விக்கும் அமைப்பிற்குத் தேவையான ஆற்றலைத் திரட்டி வழங்க இயலாமற் போகும்போது, அந்தத் திரட்டிக்கான

ஆற்றல் சுமையினை (energy load) நிறைவு செய்யத் துணை உலை இயக்கப்படுகின்றது. குளிர்விக்கும் சுழற்சி (cooling cycle) இயக்கப்படும்போது, அவ்வியக்கத்தால் உண்டாக்கப்பட்ட குளிர்ச்சி குளிர்கால வெப்பத் தேக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தும் அதே தேக்க அமைப்பிற்குக் (storage system) கொண்டு செல்லப் படுகின்றது. வெப்பமூட்டும், குளிர்விக்கும் குழாய்ச் சுருள் வழியாக வீட்டின் தேவைகளுக்கு ஏற்றாற் போன்று தேக்க அமைப்பிலிருந்து குளிர்ச்சி எடுக்கப் படுகின்றது. இந்த வகையான இயக்கத்தில் குழாய்ச் சுருளினையுடைய மூவழி இதழ்கள் தேக்க அமைப்பிற்குத் திறந்தும், குளிர்விக்கும் சுழற்சியின் நேரடியான குளிர்விப்பிற்கு மூடியும் இயங்குகின்றன. தேக்க அமைப்பு தேவையான குளிர்விப்பினை வழங்க இயலாமற் போகும்போது, தேக்க அமைப்பிற்கு இந்த இதழ்கள் மூடப்பட்டு, நேரடிக் குளிர்விப்பிற்காகத் திறக்கப்படுகின்றன. கோடை காலத்திற்கான இயக்க வகையில் குளிர்ந்த இரவுகளில், துணை உலையைப் பயன்படுத்தி வீடு வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றது.

பொதுக் கருத்துக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்கூறப்பட்ட அமைப்புகள் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இறுதியான வடிவமைப்பினையோ அல்லது மிகவும் உகந்த தேவைகளைக் கொண்டதாயோ, இவை அமைந்துள்ளனவென்று கூற இயலாது. இறுதியான அமைப்பின் வடிவமைப்பு, துணை வெப்பமூட்டுவதற்காக (auxiliary heating) எரிபொருள் (fuel) பயன்படுத்தப்படுகின்றதா அல்லது மின்சாரம் பயன்படுத்தப்படுகின்றதா என்பதைச் சார்ந்து அமையும். வரப் போகும் அருகிய காலங்களில், மின்சார முறையில் வெப்பப்படுத்துவதற்குப் பதிலாக இயற்கை வளிமத்தையோ (natural gas) எரிபொருள் எண்ணெயையோ (fuel oil) பயன்படுத்தலாம். நீண்ட நாள் நோக்குடன் காணும்போது சூரிய வெப்ப ஆற்றலைத் திரட்டுவதற்கான முன்னேற்றமும் வெப்பத் தேக்கத்திற்கான முன்னேற்றமும் அடையும்போது தேவைப்படும் துணை வெப்ப அளவு குறைந்துவிடும். மேலும், வெப்பத்தினைச் செலுத்தும் தொழில் நுட்பத்தில் (heat pump technology) முன்னேற்றம் காணும்போது, மின்சாரம் மிகவும் விரும்பத்தக்கதாய் இருக்கும்.

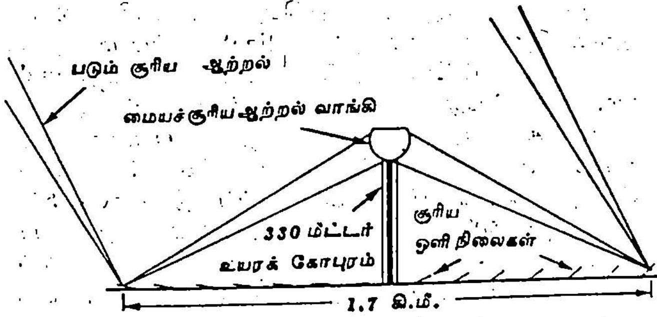
கட்டிடக் கலையும் கட்டுமானக் கூறுகளும். சூரிய ஆற்றல் வழியாகத் தட்பவெப்ப நிலைக் கட்டுப்பாட்டினைச் செய்யும் அமைப்புகளை வேறுபட்ட கட்டிட வடிவமைப்புக்களுடன் ஒன்று சேர்க்க வேண்டும். சூரிய ஆற்றல் வழியாகத் தட்பவெப்பநிலைக் கட்டுப் பாட்டினைச் செய்யும் அமைப்பின் தேவைகளுக்கு ஏற்றாற் போன்று புதிய கட்டிடங்களை வடிவமைக்க வேண்டும். அதேபோன்று தற்போது இருக்கும் கட்டிடங்களில் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்ற மாற்றங்கள் செய்வதைத் தனித்தனியாகத் தீர்மானிக்க வேண்டும். கட்டிடங்களின் தட்டையான கூரைகளின் மீது சூரிய ஆற்றல் திரட்டிகளை நிறுவலாம். அல்லது பல்வேறுபட்ட கட்டிடங்களின் சரிவான கூரைகளில் பொருந்துமாறு இத்திரட்டிகளை வடிவமைக்கலாம். திரட்டிகள் தனித்த கட்டிடத்திற்கோ பல கட்டிடங்களுக்கோ பயன்படும். முன்னர்க் குறிப்பிட்டவாறு, திரட்டி நிறுவலின் வடிவியல் அமைப்பு அதன் (geometry of the collector installation) இருப்பு அகலாங்கைச் (location latitude) சார்ந்து வேறுபடுகின்றது. தொடர்ந்து சூரிய வெளிச்சம் கிடைப்பதைச் சார்ந்து, சூரிய ஆற்றல் பொருளாதாரம் பெரும் அளவில் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது (காண்க, படம் 8). முதன்மைக் கட்டிட அமைப்பிற்கு அருகில் சூரிய ஆற்றலைத் திரட்டும் திரட்டிகளின் வரிசையினை அமைக்கலாம். ஆனால் அவ்விடம் நிழல் படாததாய் இருக்க வேண்டும்.



படம் 8. ஓர் ஆண்டின், சூரிய ஒளிவீசும் சராசரி மணிகளின் எண்ணிக்கை

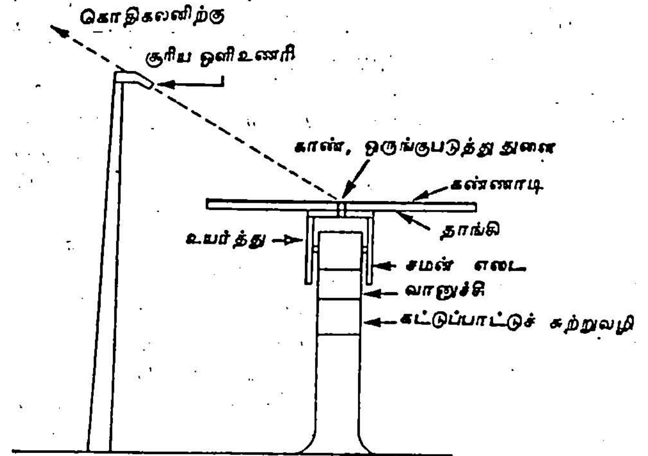
சூரிய ஆற்றலைக் கோபுரத்தின்மேல் திரட்டுதல். சூரிய ஒளி நிலைகள் (heliostats) தாமாகவே ஒழுங்குபட இயங்குகின்ற எந்திர அமைப்பினால் தட்டையான கண்ணாடிகளைத் திருப்பிச் சூரியக் கற்றையைத் தொடர்ந்து ஒரு திசையில் செலுத்தும். சூரிய ஒளி நிலைக் கருவி வரிசைத் தொடர்கள் ஒளியியல் வழியாக ஒரு சதுரமைல் பரப்பளவும் அதற்கு மேலுமான பகுதியில் பெறும் செறிந்த சூரிய ஆற்றலை அதைப் பெறும் மையக்கருவிக்குச் (central receiver) செலுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகக் கூறும்போது அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் தென்மேற்குப் பகுதியில்

அமைந்துள்ள பாலைவனப் பகுதியில், ஒரு பரப்பள வில் 35°/. அளவில் கண்ணாடிகளை அமைத்துக் குளிர் கால நடுவில் ஒரு நாளைக்கு 2800 மெகாவாட்மணி கூ வெப்பத்தையும், இந்த அளவைப் போன்ற இரு மடங்கு ஆற்றலைக் கோடைகால நடுவிலும் பெற லாம். இந்த வயலிலிருந்து கிடைக்கும் எதிர்பலிக்கப் பட்டக் கதிர்வீச்சினைத் திறம்பட குறுக்கிடுவதற்காக (intercept) ஆற்றலைப் பெறும் மையவாங்கியை (central receiver) 330 மீட்டர் உயரமுள்ள கோபுரத்தின் மீது வைக்கவேண்டும். வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் மின்திறன் ஆக்கும் நிலையத்தில் எரிக்கப்படும் புதை படிவு எரிபொருளிற்குப் (fossil fuel) பதிலாக, இச் சூரிய ஆற்றலினைப் பயன்படுத்தலாம். புதைபடிவு எரிபொருளுக்கு மாற்றாக மூடிய சுழற்சியைக் கொண்ட செலுத்தமைப்பினால் (closed-cycle transmission system) உருவாக்கப்பட்ட எரிபொரு ளையோ, திண்மக் கரிமப் பொருட்களையோ (solid organic materials) மாற்றம் செய்து பெறும் எண் ணெயையோ கூறலாம். படம் 9 இல் பெரிய வரிசை யிலமைந்த சூரிய ஒளி நிலைகள் காட்டப்பட்டுள் ளன. இந்தச் சூரிய ஒளி நிலைகள் பெரும்பாலும்



படம் 9. பெரிய வரிசைகளில் அமைந்த சூரிய ஒளி நிலைகளுடன் 330 மீட்டர் உயரக் கோபுரம். இக் கோபுரத்தின் உச்சியில் மையச்சூரிய ஆற்றல் வாங்கியைக் காணலாம்.

தட்டையான கண்ணாடிகளைக் கொண்டு தாமாகவே ஒளிவரும் வழியை அறிந்து இயங்கி தம்மேல் படும் சூரிய கதிர்வீச்சினை (incident solar radiation) ஓர் உயர்ந்த கோபுரத்திற்கு எதிர்பலிக்கவோ திசை திருப்பவோ செய்கின்றன. ஈலியோஸ்டேட் வயலின் தரை தட்டையாக இருக்கும் எனக் கருத்தில் கொள் ளப்படுகின்றது. எவ்வாறிருப்பினும், ஈலியோ ஸ்டேட் டின் சற்றே தெற்கு நோக்கிய சாய்வு நன்மை பயப் பதாய் உள்ளது. கண்ணாடிகளிலிருந்து எதிர்பலிக்கப் பட்டுத் திசை திருப்பப்பட்ட சூரிய ஆற்றலைக் குவி மையப் பகுதியில் (focal region) அமைந்துள்ள கரும் பொருள் (black body) மீது செலுத்தும்போது, அச் சூரிய ஆற்றல் உட்கவரப் பெற்று வெப்பமாக மாற்றப்படுகின்றது. கோபுரத்தின் மேல் கிடைக் கும் வெப்பத்தை நீர்ம உலோகத்தின் வழியா கவோ நீராவியாகவோ கீழே கொண்டுசென்று தேக்கி வைக்கலாம் அல்லது மரபுவழிச் சுழலியின் ஆக்க நிலையத்தை (conventional turbine generating station) இயக்கச்செய்யலாம். இதன் மாறுபட்ட பயன்பாடுகள் இச்சூரிய ஆற்றலைக் குவிமையப் பகு தியில் வைக்கப்பட்டுள்ள உயர் ஆற்றல் அடர்த்தி கொண்ட சூரிய மின்கலங்களில் (high power density solar cells) நேரடியாக மின்சாரமாக மாற்ற லாம் அல்லது இச் சூரிய ஆற்றலின் வெப்பத் தைப் பயன்படுத்தி வெப்ப இயக்க முறையில் (thermo dynamically) ஓர் எரிபொருளை உண்டாக்



படம் 10. சூரிய ஆற்றலைக் கோபுரத்தின் மேல் திரட்டும் அமைப்புடன் பயன்படுத்தும் சூரிய ஒளி நிலை அமைப்பு

கலாம். படம் 10 இல் ஒரு சூரிய ஒளி நிலை அமைப்பு எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது. சூரிய ஒளி யின் இருப்பிட உணர்வைக் கண்டறியும் ஒளிமின்குழ லிலிருந்து (ஒளிமின்குழல் என்பது ஒளியைப் பயன் படுத்தி எலெக்ட்ரான்களை உமிழும் நான்கு மின் முனைகளைக் கொண்ட குழலாகும்)(simple position sensing four element phototube). பெறப்பட்ட மின் குறிப்பலையைக் (signal) கொண்டு நீரியலாகவோ மின்சாரத்தினாலோ இயங்கும் பணிப்பு இயங்கமைப் பினால் (servomechanism) இரு அச்சுக் கட்டுப்பாட் டினைப் பெறலாம். கோபுர உச்சியைப் போன்று

இரண்டிலிருந்து மூன்று மடங்கு அளவு ஆரத்தை உடைய வயலில் சூரியஒளி நிலைகளை 4 முதல் 10 சதுர மீட்டர் அளவு இடைவெளி களில் அமைப்பதனால், அவற்றின் நிழல் கள் ஒன்றின் மீது ஒன்று விழாமல் தடுக்கப் படுகின்றது. கண்ணாடிப் பரப்புகள் மிதப்பு முறை யில் வெள்ளியினால் பூசப்பெற்றோ பாதுகாப் புப் பூச்சினைக் கொண்ட உலோகத்தினா லான மென் படலத்தினாலோ செய்யப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கண்ணாடியும், உறுதியான தாங்கிச் சட்டத்தில் (rigid support frame) பொருத்தப்பட்டு ஈலியோ ஸ்டேட்டாக ஆக்கப்படுகின்றது. பூமியின் மீது நீட்டப்படும் சூரியத்தட்டின் கோண அளவு 0.5% ஆகும். மேலும் மிகத்தொலைவிலுள்ள கண் ணாடிக்கு இந்தப் பெறும் அமைப்பானது (receiver) இக்கோண அளவில் இரண்டு மடங்கினை அல்லது 1 இனை வழங்குகின்றது. தட்டையான பரப்பின் மையாலும், அடித்தளத்தின் திருப்பத்தினாலும் குறிப் பிட்ட திசையில் செல்லாமற்போகும்போதும் உண்டா கும், எதிர்பலிக்கப்பட்ட ஒளிவிலக்கங்கள் (optical deviations) 0.1% வரம்பளவிற்குள் உட்பட்டிருக்க வேண்டும். மணற்காற்றினாலும் ஆலங்கட்டி மழை யினாலும், இப்பரப்புகள் அழிவடைவதைத் தடுக்க அந்நேரங்களில் இப்பரப்புகளைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தோ குத்துநிலையிலோ வைப்பதற்கேற்ற வாறு சூரிய ஒளி நிலை வடிவமைப்புகள் ஆராயப் பட்டு வருகின்றன. இப்பரப்புகளைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்வதற்கான நிலை மின்முறைகள் (electrostatic methods) ஆராயப்பட்டு வருகின்றன. இச்சட்டத்தின் கட்டமைப்பு 200 கிலோ மீட்டர் மணி வேகத்திலான காற்றினைத் தாங்குவதற்கு ஏற்ற வாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. கோபுரக் கருத் தைப் பயன்படுத்திச் சூரிய ஆற்றலைப் பெறும் பொரு ளாதாரம், குறைந்த விலையில் உயர்பண்புடைய சூரிய ஒளிநிலைகள் பெரும் அளவில் தயாரிக்கும் திறமையைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ளது.

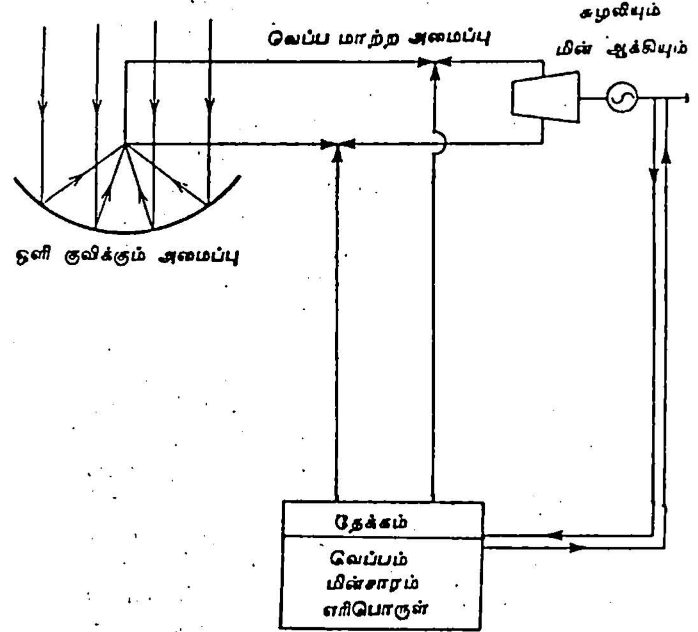
ஒரு சதுரமைல் பரப்பளவில் பெறப்பட்ட ஆற் றலை ஆற்றல் பயன் கருவிகளில் பயன்படுத்துவது பெரும் வியப்பினை உண்டாக்குவதாய் அமையும். நூற்றுக் கணக்கில் நிறுவப்பட்ட அத்தகைய அமைப் புகளிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறுவது ஆற்றல் வழங் கீட்டில் ஒரு குறிப்பிட்ட சாதனையை உருவாக்கு கின்றது. 300 மீட்டர் கோபுரத்திற்குப் பதிலாக; வடிவியல் அமைப்பில் ஒத்த 100 மீட்டர் கோபுரங் களைப் பயன்படுத்தும்போது ஒன்பது கோபுரங் களே போதும். ஒன்பது சிறிய கோபுரங்களுக்கான கட்டுமானச் செலவு ஒரு தனித்த பெரிய கோபுரத்திற் காகும் செலவிற்கு ஈடாக இருந்தாலும், இந்த ஒன்பது சிறிய கோபுரங்களிலிருந்தும் செல்லும் வெப்ப மாற்றத் தொடர்களை (heat transfer lines) மைய மின் ஆக்கியுடன் இணைப்பதற்கான செலவுகளும் வெப்ப இழப்புக்களும், அதிகமா கின்றன. 20 சதுர மீட்டர் அளவிற்கும் குறைவான சூரிய ஒளிநிலைகள் பொருளாதார வகையில் சிக்கன மாக இரா. ஏனெனில் இந்த அளவினைக் கொண்ட சூரிய ஒளி நிலையின் தாங்கி அதனை இயக்குவிக்கும் கருவி (actuator) சூரிய ஒளித்திசையினை அறிந்து திருப்பும் அமைப்பு (steering system) ஆகியவற்றிற் காகும் செலவு பெரிய அளவினைக் கொண்ட சூரிய ஒளிநிலைக்கு உள்ளதைப் போன்றதாகையால் செலவுகள் குறைவதில்லை.

நீரினை வெப்ப மாற்ற நீர்மமாகத் (heat transfer fluid) தேர்ந்தெடுப்பதன் காரணம் யாதெ னில் நீராவியைப் பயன்படுத்தும்போது புதிய தொழில் நுட்பம் ஏதும் தேவைப்படுவதில்லை. உட் கவரப்பெற்ற நீர்மத்திற்கு மாற்றம் செய்ய வேண் டிய சூரிய ஆற்றலின் வெப்பப் பெருக்கடர்த்தி (flux density) வழக்கமான நீராவி நிலையங்களில் பெறப்படுவதைக்காட்டிலும் அதிகமாக இருக்க வேண்டுமாகையால் புதிய தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தித் திறம்பட இயக்குவது தேவையாகின் றது. தினமும், பருவகாலங்களிலும் சூரிய வெப்பப் பெருக்கு வேறுபாட்டினால் இச்சூரிய ஆற்றலைப் பெறும் கருவியின் வடிவமைப்பு எளிதாக இராது. மேலும் சூரிய ஆற்றலைப் பெறும் பரப்பிலிருந்து, நீராவி தொடருக்கான (steam line) வெப்ப மாற்றத் தைச் சோடியம் போன்ற நீர்ம உலோகத்தைப் (liquid metal) பயன்படுத்துவதால் நன்கு பெறலாம். நீர்மச் சோடியத் தொழில் நுட்பம் அணுஉலைப் பயன்பாடு களில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் நீர்மச் சோடியத்தினை இயக்கும் வெப்ப நிலைகள் 550 இலிருந்து 650°செ. உகந்ததாக அமைகின்றது. உயர் வெப்ப நிலையில் வெப்பத் தேக்க இடையீட்டுப் பொருளாகச் (thermal storage medium) சோடியம் அமைகின்றது. இத்தகைய உயர் வெப்ப அமைப்பில் தொடர்பற்ற இயல்பினைக் கொண்ட சூரிய ஆற்ற லின் வெப்பச் சுழற்சியினை விரிவானதொரு வடிவ மைப்பில் நாம் காண வேண்டும். காற்று இருக்கும் போது உயர் வெப்ப நிலையில் கருப்புப் பொருளால் ஆக்கப்பட்ட கொதிகலன் பரப்பு (black body boiler surface) பாழாகாமல் இருக்க வேண்டும். கொதிகலன் பரப்பு பாழடைவது ஒரு பிரச்சினையாக இருக்கும் போதும், வெப்பச் சுழல் இழப்புக்கள் (convective losses) பெரும் அளவில் இருக்கும்போதும், தலை கீழாகத் திருப்பப் பட்ட உட்குழிவினைக் கொண்ட வடிவமைப்பினைப் (inverted cavity design) பயன் படுத்தலாம். ஒரு மணி அளவு குறைந்தகால சூரிய ஆற்றல் தேக்கத்தையோ அதற்கும் குறைவான நேரத் திற்கான சூரிய ஆற்றல் தேக்கத்தையோ கொண்டு சூரிய ஆற்றல் முறையில் மட்டும் இயங்கும் நீராவி ஆக்கியில் சூரிய ஆற்றலை நன்கு பயன்படுத்தி இயக் கத்தில் நிலைத்தன்மையை அடையலாம். பயன்படுத்

தும் சாதனங்கள் மிகவும் நம்பத் தக்கவையாய் இருக்க வேண்டி இருப்பதாலும், மேக மூட்டம் தோன்றுவதற்கான வாய்ப்பு உள்ளமையாலும், சூரிய ஆற்றலால் இயங்கும் ஒரு புதிய நிலையத்தின் ஆக்க அளவினைச் சரியாகக் கூற இயலுவதில்லை. நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமத்தையோ (liquid petroleum gas) எண்ணெயையோ துணை நீர்ம எரிபொருள்களாகப் பயன்படுத்துவது இயலத்தக்கதாக அமையும்போது சூரிய ஆற்றலால் ஒரு புதிய நிலையத்தின் ஆக்கஅளவினைப் பெரிதுபடுத்திக் கூறலாம். சூரிய ஆற்றலால் பெறும் வெப்பத்துடன் எண்ணெய் அல்லது நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமத்திலிருந்து பெறப்படும் வெப்பத்தைச் சேர்ப்பதற்கு, ஒரு எளிய குறைந்த செலவினைக் கொண்ட அடுப்பே போதும். நீர்ம எரிபொருள்களின் வழங்கீடு குறைவாக இருந்தாலும், அவைகளை எளிதில் தேக்கி வைக்கலாம். மேலும் சூரிய ஆற்றல் நிலையத்தை ஓர் இடைநிலை நிலையமாக (intermediate plant) நம்பிக்கையுடன் இயக்கலாம். உண்மையான இயக்க நிலைகளைச் சார்ந்து, மிகச்சிறிய அளவிலான நீர்ம எரிபொருளைக் கூட எரிக்க வேண்டியிருக்கும். இத்தகைய கலப்பு நிலையத்தை (hybrid plant) வளிமச் சுழலியைத் (gas turbine) துணையாகக் கொண்ட சூரியத் திறன் நிலையத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேண்டும். இதற்கு மாறான அணுகுமுறையாகத் தோன்றுவது யாதெனில் நிலத்தடித் தேக்கப் பள்ளங்களில் உணர்கின்ற வெப்பமாகவோ (sensible heat) உள்ளுறை வெப்பமாகவோ (latent heat) அமையும் நிலையில் இச்சூரிய ஆற்றலைத் தேக்கி வைக்கும் முறையாகும்.

சூரிய ஆற்றலை உறிஞ்சும் பூச்சும், வெப்பக்குழாய் அமைப்பும். இதற்காகக் கூறப்பட்ட முறையில் உயர் வெப்ப நிலைகளில் இயங்கி சூரியஆற்றலை உறிஞ்சும் பூச்சும் இவ்வாறு பெறப்பட்ட சூரிய ஆற்றலை உட்கவர்ந்து எடுத்துச் செல்லத்தக்க வெப்பக் குழாயும் தேவை ஆகும். (காண்க, படம் 11). அமைப்பின் முக்கியமான உறுப்புகள் கீழே தரப்படுகின்றன. அவை, சூரிய ஆற்றலை வெப்பக் குழாயின் (heat pipe) மேல் குவித்துச் சூரிய ஆற்றலைச் செறிவூட்டும் அமைப்பு (solar concentrator), தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒளிப்பூச்சினைக் (optical coating), கொண்ட வெப்பக் குழாய், வெப்பத் தேக்கத் தொகுதிக்கு (thermal storage unit) வெப்பக் குழாயை இணைக்கும் வெப்ப மாற்றக் கண்ணி (heat transfer loop), வெப்ப மாற்றக் கண்ணியிலிருந்து (transfer loop) வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று வேலையில் செயல்படும் நீர்மத்தின் (working fluid) ஆற்றல் சுழற்சிக்கு (power cycle) அவ்வாற்றலை வழங்கும் வெப்பத் தேக்கத் தொகுதி என்பனவாகும்.

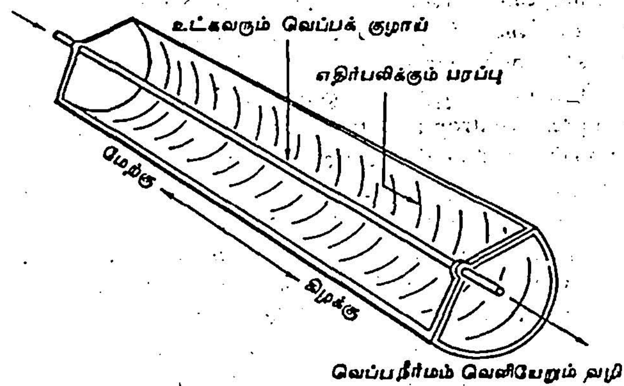
இத்தகைய அமைப்பினை உருவாக்குவதற்குச் சில



படம் 11. வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் ஆற்றலின் துணை

தனிப்பட்ட பணிகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. அவை யாவன, சூரிய ஒளியை எதிர்பலிக்கும் பரப்பின் (solar reflector surface) வாழ்நாள் பற்றிய ஆய்வு சூரிய ஆற்றலை உறிஞ்சும் பூச்சின் (solar absorber coating) வாழ்நாள், நில ஈர்ப்பு ஆற்றலால் இயங்கும் நீண்ட வெப்பக் குழாய்கள் (gravity aided long heat pipes), வெப்ப மாற்றக் கண்ணியில் நிகழும் வெப்ப மாற்றமும் அழுத்தம் குறைதலும் (heat transfer and pressure drop in a transfer loop), மையத் தேக்க அமைப்பில் நிகழும் (central storage facility) வெப்ப மாற்றம் மையமாக்கப்படாத தேக்க அமைப்பில் நிகழும் (decentralized storage facility) வெப்ப மாற்றம், ஒட்டுமொத்தமான அமைப்பின்வடிவமைப்பு (overall system design) இதற்கானதொரு படிமத்தின் செயல்பாட்டு விளக்கம் (module demonstration) என்பனவாகும். இத்தகைய அமைப்பினைப் பரிந்துரைப்பவர்களின் அடிப்படைத் தத்துவமாக இருப்பது யாதெனில் காற்று வெளிகளிலும் (aero space) அணுக்கருத் தொழிற்சாலைகளிலும் (nuclear industries) மிகச் சமீப ஆண்டுகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட, சூரிய ஆற்றல் உறிஞ்சும் பூச்சுக்களும் (selective solar absorber coatings) நிலைத்த தன்மையைக் கொண்ட கண்ணாடிப் பூச்சுக்களும் (durable mirror coatings) குறை வெப்பச் செறிவடைந்த நீராவியினால் இயங்கும் சுழலிகளும் (saturated steam turbines) உயர் வெப்ப வளிம வெப்பமாற்றம் (high temperature gas heat transfer) செய்யும் நுட்பம் போன்றதும்

புதுப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதும், ஆராயப்பட்ட முறைகளைப் பயன்படுத்துவதும் ஆகும். இத்தகைய கருத்துக்களைக் கொண்டு முன்முயற்சி செய்தவர்களுக்கு, மேற்கூறப்பட்ட தொழில் நுட்பங்கள் கிடைக்கவில்லை. நன்மை பயக்கத்தக்க இத்தகைய தொழில் நுட்ப முன்னேற்றங்களுடன் சூரிய ஆற்றலால் இயங்கும் அமைப்பிற்குத் தேவையான பல்வேறுபட்ட கூறுகள் பல் லாயிரக் கணக்கில் தேவைப்படுவதால் அவற்றினைத் தானியங்கி முறையில் பேரளவு உற்பத்தி செய்வதற்கான பொருளாதார நிலையினையும் இணைக்க வேண்டியதாகின்றது. அணுக்கரு எரிபொருள் அல்லது புதை படிவு எரிபொருள் எரித்தலைக் கொண்ட அடிப்படைச் சுமை நிலையத்தினைக் (nuclear or fossil fuel fired base load plant) கொண்டு பெறப்பட்ட மின்திறனைப் பயன்படுத்தும் ஓர் அமைப்பிற்கு உச்ச ஆற்றல் தேவையின் போது சூரியத்திறன் நிலையத்திலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றலைப் பயன் படுத்தி விரும்பத் தக்க நன்மைகளைச் சில ஆய்வாளர்கள் நன்கு அறிவார்கள். சூரிய வெப்ப மின் திறன் நிலையத்தின் செலவில் பெருங்கூறாக அமைவது இச்சூரிய ஆற்றலைத் தேக்கிவைப்பதற்கு ஆகும் செலவேயாகும். இச்சூரிய ஆற்றலைக் குறைந்த கால அளவான 3 மணி நேரங்கள் வரையிலுங்கூடத் தேக்கி வைப்பதற்கு ஆகும் செலவு, சூரிய மின் நிலையத்திற்கு ஆகும் செலவில் 20% ஆகும்.



படம் 12. அச்சுவழி உறிஞ்சி உள்ள ஒளிச் செறிவூட்டி

எடுத்துக் கூறப்பட்ட அடிப்படையான திரட்டியின் அமைப்பு பரவளையம் (parabola) போன்ற வடிவமுள்ள தொட்டியாலான சூரிய ஆற்றல் செறிவூட்டி அமைப்பாகும் (parabolic trough concentrator). இதன் மொத்த நீளம் 4 மீட்டர்கள் ஆகும். சூரியன் செல்லும் வழியில் செல்வதற்கேற்றவாறு இது நிறுவப்பட்டுள்ளது (காண்க, படம் 12). இப் பரவளையத் தொட்டியின் தாங்கிகள் சுழலும் அச்சும் இத்தொட்டியின்சூரிய ஆற்றல் குவிமையக் கோடும் ஒன்றாக அமைகின்றன. சூரியனின் இருப்பிடத்தை உணர்ந்து திரும்பக் கூடிய மின்னோடி வழியாக இச்சுழற்சி நிறைவேற்றப்படுகின்றது. சூரிய ஆற்றல் செறிவூட்டும் ஓர் அடித் தளத்தினையும் இரண்டு முனைத் தட்டுக்களையும், ஓர் எதிர்பலிக்கும் பரப்பினையும் கொண்ட கூட்டமைப்பால் உருவாக்கப்பட்டதாகும். இதன் குவிமைய நீளம் 19.4 சென்டிமீட்டர் குவிய என் 0.159; ஒவ்வொரு செறிவூட்டும் அமைப்பும் 34 கிலோ கிராம் எடையினைக் கொண்டதாகும். செறிவூட்டும் அமைப்பின் முதன்மைக் கட்டுமானப் பகுதியாக (primary structural part) அடித்தளம் அமைகின்றது. இது மேலும் அலுமினிய உட்பகுதியைக் (core) கொண்டும் எப்பாக்சி ரெசினால் (epoxy resin) பூசப்பட்ட புறத்தோலினைக் கொண்டும் உள்ளது. அறை வெப்ப நிலையில் பதப்படுத்தக் கூடிய எப்பாக்சி ரெசினினால் தோய்த்தெடுக்கப்பட்ட கண்ணாடி நார்த் துணியினால் மூன்று அடுக்குகள் அமைத்துப் புறத்தோல் உருவாக்கப்படுகின்றது. இத்தோலின் தடிப்பு 0.127 சென்டிமீட்டர் ஆகும். உட்பகுதி காப்பிட்ட தடித்த அலுமினியத்தினால் ஆக்கப்பட்டது. இதன் தடிப்பு 2.54 சென்டிமீட்டர். இப்புறத் தோல்கள், உட்பகுதியுடன் எப்பாக்சி பசையினால் (epoxy adhesive) பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எதிர்பலிக்கும் பரப்பு அக்ரிலிக் பொருளுடன் அலுமினியமும், சிலிகான் ஆக்சைடும் சேர்ந்த மிக உயர்ந்த வகையான உலோகப் பளிங்குப் படிவினால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. 85% இலிருந்து 87% வரையான ஒருங்கிணைந்த சூரிய எதிர்பலிப்பிற்கு (integrated solar reflection). ஏற்றவாறு முடிவுற்ற பரப்புகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

சூரிய வெப்பத்தை உட்கவர்வதற்கான வெப்பக் குழாய் (heat pipe) கண்ணாடியின் குவிமையக் கோட்டில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. வெப்பக்குழாயில் உள்ள நீர்மம், சூரிய ஆற்றலைப் பின்னர் திரட்டியின் ஒரு முனையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் வெப்ப் பரிமாற்றிக்குச் செல்கின்றது. வெப்பத்தை உறிஞ்சும் குழாயிலுள்ள நீர்மத்திற்கு மாற்றம் செய்யப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு குழாயின் உறிஞ்சும் பரப்பின் ஒளிப்பண்புகளைச் சார்ந்ததாகும். உறிஞ்சுதலைச் செயற்படுத்தும் கூறுகளாவன, இருப்பு அகலாங்கு (latitude of location), ஒருநாளின் கால நேரம் ஓர் ஆண்டின் நேரம் (time of year), வடக்கு, மற்றும் செங்குத்து நிலையினைச் சார்ந்த சூரிய வழியினைக் கண்டறிந்து செல்லும் அச்சின் அமைப்பு (orientation of tracking axis relative to local north and local vertical), கண்ணாடியின் நீள அகலங்கள்,

குவி நீளம் (focal length), சுற்றுப் புறத்திலுள்ள திரட்டிகளின் அமைவு (நிழல் விழுவதைக் கணக்கிடுவதற்காக), சூரிய ஒளிச் செறிவூட்டும் அமைப்பின் முனைத்தடங்கல்களின் (concentrator end obstructions) நீண்டுள்ள பகுதிகளின் வடிவமைப்பும் வெப்பத் தேக்கக் கூறுகளின் (heat storage elements) வடிவமைப்பும், அலைநீளத்தையும் படுகோணத்தையும்சார்ந்த கண்ணாடியின் எதிர்பலிக்கும் திறன் (mirror reflectivity), கண்ணாடிப் பரப்புகளின் சாய்வினால் உண்டாகும் பிழைகள் (slope errors), சூரியனை நோக்கி இருக்கும் போதும் ஒழுங்கின்மை (misalignment in pointing), சூரியக்கோண இடைவெளி (angular extent of the sun), கண்ணாடி உறையின் ஒளிப்பண்புகள் (optical properties of glass envelope), கண்ணாடி உறையின் உட்புற வெளிப்புற விட்டங்கள், கண்ணாடியின் குவிமைய அச்சினைச் (focal axis) சார்ந்த கண்ணாடி உறையின் இட அமைப்பு, வெப்பக் குழாய் உறிஞ்சியின் வெளிவிட்டம், வெப்பக் குழாய் உறிஞ்சிப்பரப்பின் அலை நீளத்தையும் படுகோணத்தையும் சார்ந்த அனுபவத்தால் அறியப்பட்ட கதிர்வீச்சுப் பண்புகள், கண்ணாடியின் குவி அச்சினைச் (focal axis) சார்ந்த வெப்பக் குழாய் உறிஞ்சியின் இட அமைப்பு (position of absorber), ஓர் ஆண்டின் நாள் காலத்தைச் சார்ந்த அனுபவத்தால் அறிந்த சூரிய வெப்பத் தொடர் என்பனவாகும்.

அரிப்பினைப் பற்றிய ஆய்வுகளிலிருந்து வெப்பக் குழாயின் பொருளாகத் துருப்பிடிக்காத 347 எஃகு வகையினைப் பயன்படுத்தலாமெனத் தெரிய வருகின்றது.

வெப்ப மாற்றக்கண்ணி (heat transfer loop). வெப்பமாற்றம் செய்யும் வளையத்தின் நீர்மம் கொண்டு செல்லும் உறுப்புக்களையும் குழாய்த் தொடர்களின் (pipelines) இரவு நேரக் குளிர்விப்பும் அதற்கடுத்தகாலைப் பொழுதில் வெப்பம் பெறுதலும் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. விரைவில் மாறக் கூடிய குளிர்விப்பும் வெப்பமூட்டலும் மூன்று வேறுபட்ட அமைப்புகளில் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. அவை, வெப்பப் பரிமாற்றிகளை இணையாக(parallel) அமைத்த வெப்ப மாற்றும் கண்ணியின் குழாய் வழிகளும் (pipe lines) வெப்பப் பரிமாற்றிகளும் (heat exchangers), வெப்பப் பரிமாற்றிகளைத் தொடராக (series) அமைத்த வெப்ப மாற்றும் கண்ணியின் குழாய் வழிகளும் வெப்பப் பரிமாற்றிகளும், அழுத்த நீரினைக் கொண்ட வெப்ப மாற்றும் கண்ணியின் வெப்பத்தை உறிஞ்சும் குழாய்களும் (absorber tubes) ஆகும்.

இந்த மூன்று வகையிலும், கண்ணியின் பாய்வுச் சுழற்சி (flow circulation) இரவு நேரங்களில் தொடரப் படுவதில்லையெனக் கருதப்படுகின்றது. இரவு நேரங்களில் குழாய் வழிகள் மற்றும் வெப்பப் பரிமாற்றிகளின் உலோகச் சுவர்களின் வழியாக இவற்றில் அடங்கியுள்ள நீர்மத்தினாலும் சுற்றுப் புறத்திற்கு வெப்ப இழப்புக்கள் ஏற்படுவதாலும், மேலும் வெப்பக் காப்பீட்டுப் பொருள் இரவில் குளிர்ச்சி அடைவதாலும், கண்ணியின் பாய்வுச் சுழற்சி இரவு நேரங்களில் தொடரப்படுவதில்லை. காலையில் சூரிய ஒளிபடுவதினால் இக்கண்ணி வெப்பப்படுத்தப்பட்டு இயங்கும் வெப்ப நிலை அடைந்து பாய்வுச் சுழற்சி மீண்டும் தொடங்கப்படுகின்றது. 1 இலும் 2 இலும் கூறப்பட்ட வகைகளில் சூரிய வெப்பத்தை உட்கவரும் குழாய்களாக வெப்பக் குழாய்களைப் பயன்படுத்தும்போது திரட்டிப் படிமங்களின் இரவு நேர வெப்ப இழப்பு மிக மிகக் குறைவானதாகும். சுற்றுப்புற வெப்ப நிலை 0°C இல் கணக்கீடுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இரவு நேர வெப்பநிலை—40°C ஆக இருக்கும் போது, அதன் விளைவுகளும் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன.

விரைவில் மாறக்கூடிய குளிர்ச்சி, வெப்ப இயக்கங்கள் குறிப்பிட்ட முதன்மையான இரு வகைகளாகும். மேற்கூறப்பட்ட இரண்டு வகைகளில் ஒன்று இரவு நேரங்களில் கண்ணியின் வெப்ப நிலை எந்த அளவில் குறைகின்றது என்பதும் அதிலும் குறிப்பாக கண்ணியில் பயன்படுத்தும் நீர்மத்தின் வெப்பநிலை அதன் உறைநிலைக்கு (freezing point) எவ்வளவு அருகில் செல்கின்றதென்பதும் ஆகும். இரண்டாவதாக இரவில் இழந்த வெப்பத்தை ஈடு செய்வதற்குக் காலைப் பொழுதில் எவ்வளவு மணிகள் அளவில் சூரிய ஒளி தேவைப்படுகின்றதென்பதாகும். இணையான வரிசையைக் (parallel array) கொண்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகளைக் கொண்ட கண்ணியில் இரவு நேரம் தொடங்கியதும் வெப்பக் குழாய்களிலும், வெப்பப் பரிமாற்றிகளிலுமுள்ள நீர்மத்தின் வெப்ப நிலை 276°C ஆக இருக்கும்போது, கணக்கீடுகளிலிருந்து அறிவது யாதெனில் நல்லதொரு காப்பீட்டுப் பண்புகளைக் கொண்ட காப்பீட்டினைப் (insulation) பயன்படுத்தும்போது, கண்ணியிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலை இரவு முழுவதும் 200°C க்கும் மேலாக உள்ளதென்பதாகும். காலையில் வெப்பம் அடைவதற்காக எடுத்துக் கொள்ளும் கால அளவு 1.5 மணிகள் ஆகும். தொடர் அமைப்பில் நீரின் வெப்பநிலை சிறிது குறைகின்றது. ஆயினும் இதன் வெப்பநிலை 150°C இற்கும் மேலானதாகும். ஆனால் இணை அமைப்பில் காலையில் வெப்பம் அடைவதற்கு (warmup) எடுத்துக் கொள்ளும் கால அளவைக்காட்டிலும், தொடர் அமைப்பில் காலையில் வெப்பம் அடைவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் கால அளவு குறைவானதாகும். இரவில் குளிர் நேரங்களில் அழுத்த நீர் அமைப்பின் உறிஞ்சும் குழாய்கள் (absorber tubes) காப்பிடப் படாமையால் குறைந்த வெப்பநிலைகளை அடை

கின்றன. உறைதலைத் தவிர்ப்பதற்காக உறிஞ்சும் குழாய்க்கும் (absorber tube) அதனைச் சூழ்ந்த, கண்ணாடி உறைக்கும் உள்ள இடைவெளியில் வெற்றிடத்தை நிலைநிறுத்த வேண்டியுள்ளது. அழுத்த நீர் அமைப்பு காலையில் வெப்பம் அடைவதற்கு இரண்டு மணி நேரம் எடுத்துக் கொள்கின்றதென்று கணக்கீடுகளிலிருந்து தெரிய வருகின்றது. வெப்ப மாற்றக் கண்ணியின் நீர்மமாக, அமுக்க நீரினைப் (pressurized water) பயன்படுத்தும்போது, சூரிய ஆற்றலைத் திரட்டும் வயலிலிருந்து பெற்ற வெப்பத்தினால் நீர் ஆவியாதல் நிறுத்தப்பட்டு விடுகின்றது. சூரிய வயலிலிருந்து (solar field) பெற்ற வெப்பமடைந்த அழுத்தமுடைய நீரினை இரண்டாவது நீர்மமான குறைவழுத்தங் கொண்ட நீருக்கு வழங்கி வெப்பமூட்டிக் கொதிக்கவைத்து மின்திறன் நிலையத்திற்கு வழங்கப்படுகின்றது. மையக் கொதிகலன் வெப்பப் பரிமாற்றியின் வழியாக அழுத்தப்பட்ட நீர் கண்ணியிலிருந்து 60 பார்கள் அழுத்தத்தில் நீராவி நிலையத்திற்கான நீராவியினைப் பெற இயலுமெனக் கணக்கீடுகளிலிருந்து தெரிகிறது.(குறிப்பு (அ) 1 பார் என்பது சதுர சென்டிமீட்டருக்குச் 1 மில்லியன் டைன்களுக்குச் சமமான அழுத்தத்தின் அலகாகும், அல்லது 0.98697 செந்தர வளிமண்டல அழுத்தமாகும். | பாரென்பது தனிமுதல் சென்டிமீட்டர் கிராம் நொடி அலகில் 1 டைன்/சதுர சென்டிமீட்டர் அழுத்தத்திற்குச் சமமானதாகும்.) கூடு குழாய் வெப்பப் பரிமாற்றியில் (shell and tube heat exchanger) உள்ள குழாய்கள் வழியாக வெப்பத்துடன் அழுத்தத்தைக் கொண்ட நீர் பாயும்போது, நீராவி உண்டாகிறது. திறன் சுழற்சிக் கண்ணியில் (power cycle loop) முன்னரே வெப்பப்படுத்தப்பட்ட நீர் (preheated water) கூட்டில் (shell) முழுவதுமாக நிரம்பி வெப்பப்படுத்தும் குழாய்களிலும் நிரம்புகின்றது.

உயர் வெப்பநிலைச் சூரிய ஆற்றல் (high temperature solar energy). எங்கு உயர் செறிவூட்ட மூலமாக (concentrated source) மாசுறாத கதிர்வீச்சு ஆற்றல் கிடைகின்றதோ, அங்கு உயர் வெப்பநிலை ஆய்விற்காகவும் அச்சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு புதிய படைப்புக்களை உருவாக்கும் செயல்களிலும் சூரிய உலைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய செயல்களைக்கீழ்க்காணுமாறு வகைப்படுத்தலாம். அவை, மிகத்தூய்மையான அல்லது தனித்தன்மை வாய்ந்த பொருள்களின் உருவாக்கத்தைச் சார்நத உயர் வெப்ப வேதியியல் முறை (high temperature chemistry), ஒரு பொருளை உருக வைத்துத் தூய்மையாக்கி மேம்படுத்துவதற்கான உயர் வெப்ப நிலைச் செயல் முறைப்படுத்துதல் (high temperature processing), மாசுறாத சூழ்நிலையைக் கொண்ட நிலைகளில், ஒருபொருளின் பண்புகளைத் தீர்மானிப்பதை உள்ளடக்கிய உயர் வெப்பநிலை அளவீடுகள் (high temperature measurements), உயர் வெப்ப நிலையில், உயர் வெப்பத்தொடர் கதிர் வீச்சு ஆற்றல் சூழ்நிலையில் (high heat flux radiant energy environment) பொருள்களின் வெப்ப அதிர்ச்சி எதிர்ப்பு (thermal shock resistance) போன்ற பண்புகளைத் தீர்மானித்தல், உயர் வெப்ப நிலைச்சூரிய வெப்ப மாற்றம் செய்யும் அமைப்புகளின் ஆய்வுகளாகும்.

ஒளி புகும் கொள்கலத்தில் மேற்கண்ட இயக்கங்களைச் செய்து இச் செயல்பாடுகளை மேம்படுத்தலாம். ஒளி புகும் கொள்கலத்திற்குப் பதிலாக ஒரு கொள்கலத்தில் ஒளிபுகும் குவார்ட்ஸ் படிகம் வழியாகக் கதிர்வீச்சு ஆற்றலைச் செலுத்தி அழுத்தத்தையும் கலவையையும் கட்டுப்படுத்தி மேற்கண்ட இயக்கங்களைச் செய்து விளைவுகளைக் கண்டறியலாம்.

முன்னரே விரித்துரைக்கப்பட்ட வகைகளில் செய்யப்பட்ட உயர் வெப்பநிலை ஆய்வுகளில் (high temperature studies) சில எடுத்துக் காட்டுகளாவன, வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல் முறையில் உருவாக்கப்பட்ட கிராபைட்டு (pyrolytic graphite) உண்டாவதற்கான வளி நிலை வினைகள் (gas phase reactions) உயர்தூய்மை உருக்கப்பட்ட அலுமினியம் ஆக்சைடு உருக்கப்பட்ட சிலிக்கா ஆக்கம், நிலைப் படுத்தப்பட்ட சிர்கோனியாவை (stabilized zirconia) உண்டாக்குதல், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் வினைப்படும் உலோகங்களைத் தூய்மைப் படுத்துதல்; உயர் வெப்பநிலைகளில், மின் காப்பீட்டுப் பொருள்களின் (dielectric materials) நுண்ணலைச் செலுத்தப்பண்புகளைத் (micro wave transmission characteristics) தீர்மானித்தல், உயர் வெப்பத்தொடரைக் கொண்ட வெப்பக் கதிர்வீச்சு நிலைகளில் (high heat flux thermal radiation conditions) பொருள்களின் வெப்ப அதிர்ச்சி எதிர்ப்பு (thermal shock resistance) பற்றிய ஆய்வு, இவ்வாய்வினை அணுகுண்டு வெடிப்பினால் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பக் கதிர் வீச்சுத் துடிப்பின் மாதிரிகளுக்கு உட்படுத்தப்படுதல், மின்திறன் ஆக்கத்திற்காக நீராவி ஆக்கும் கொதிகலன்கள், மிகை வெப்பப் படுத்திகள் (boilers and super heaters) போன்ற வெப்பப் பரிமாற்றிகளை (heat exchangers) ஆய்வு செய்தல் என்பன.

உயர் வெப்ப நிலை ஆய்விற்காக (high temperature research) அத்தகைய உலைகள் வடிவமைப்பது காரணமாக இருந்தாலும் அவற்றிலிருந்து தொழில் நுட்பங்களை அறிந்து கொண்டு மின்திறன் ஆக்கும் (power generation) சூரிய ஆற்றல் அமைப்புகளின் (solar energy facilities) வடிவமைப்பில் அதனைப் பயன்படுத்தலாம்,

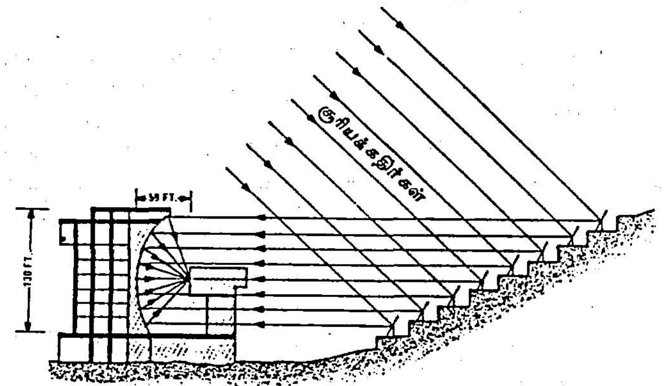
பிரான்சிலுள்ள சூரிய ஆற்றல் உலைகள். (solar

furnaces in France). பாரிசிலுள்ள தேசிய அறிவியல் ஆய்வுக் கழகத்தில் பேராசிரியர் கூடிராம்பி (Trombe) அவர்கள் தலைமையில் 1948 ஆம் ஆண்டு பிரான்சு நாட்டில் மான்ட் லூயியில் பைரினீஸ் மலைத் தொடர்களில் உலகத்திலேயே முதலாவது பெரிய சூரிய உலையினை வடிவமைத்து, கட்டி, உருவாக்கும் முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது. இவ்வுலை 1952 ஆம் ஆண்டு முடிக்கப்பட்டு 50 கிலோ வாட்டு வெப்பத் திறனை வழங்கியது. மான்ட் லூயி சூரிய உலையே, மற்ற உயர் வெப்பச் சூரிய உலைகளுக்கு முன்னோடி வடிவமைப்பினை வழங்கியது. அடிப்படையில், இந்த வடிவமைப்பில் தனித்ததொரு பெரிய சூரிய ஒளி நிலை (பல எண்ணிக்கையைக் கொண்ட தட்டையான கண்ணாடிக் கூறுகளின் வரிசை) தொடர்ந்து சூரியவழியில் இயங்கிச் சூரியக்கதிர்களைச் செறிவூட்டி எதிர்பலிக்கும் அமைப்பிற்குச் (reflector) செலுத்துகின்றது. இச்செறிவூட்டும் எதிர்பலிக்கும் அமைப்பானது (பரவளைவு அல்லது கோள வடிவினாலான) பல சிறிய கண்ணாடிக் கூறுகளைக் கொண்டதாயும், இக்கண்ணாடிக் கூறுகள் ஒவ்வொன்றும் விடும் கதிர்வீச்சினை, பொதுவான குவிமையப் புள்ளியில் ஒன்று சேர்க்கும் உருவத்தைக் கொண்டதாயும் உள்ளது. மான்ட் லூயி உலையினுடைய ஈலியோஸ்டேட் 14 மீ அகலம் உடையதாயும், 11 மீ உயரம் உடையதாயும், 50×50 சென்டி மீட்டர் அளவுடைய 540 தட்டைக் கண்ணாடிகளைக் கொண்டதாயும் இருந்தது. சூரிய ஒளியைச் செறிவூட்டி எதிர்பலிக்கும் அமைப்பு (concentrating reflector) 16×16 சென்டி மீட்டர் அளவினைக் கொண்ட 3500 கண்ணாடிகளால் பரவளைய வடிவத்தைக் கொண்டு 12 மீ அகலமும், 27 மீ உயரமும், 7 மீ குவிமைய நீளமும் (focal length) கொண்டிருந்தது. பரவளைய வடிவமைந்த சூரிய ஆற்றலைச் செறிவூட்டும் அமைப்பின் 3500 தட்டைக் கண்ணாடிக் கூறுகள் ஒவ்வொன்றும் ஈலியோஸ் டேட்டிலிருந்து பெற்ற கதிர்வீச்சினைப் பரவளையத்தின் குவிமையத்தில் (focal point) குவிப்பதற்கேற்றவாறு எந்திர வகையில் உருவமைத்து ஒழுங்கு படுத்தப்படுகின்றது.

மான்ட்லூயி சூரிய உலையின் வெற்றிகரமான செயல் நிறைவேற்றத்தினால் அடுத்த 20 ஆண்டுகளில் கட்டப்பெற்ற இதற்கு அடுத்த மூன்று பெரிய தனித்த சூரிய ஒளிநிலைச் செறிவூட்டம் செய்யும் அமைப்பினைக் கொண்ட சூரிய உலைகளின் வடிவமைப்பிற்கு முனனோடியாக அது திகழ்ந்தது. இந்த மூன்று உலைகளும், மான்ட்லூயி உலையைப் போன்றே உருவ அளவிலும், இயக்கத்திலும், வெப்பத் திறன் அளவிலும் (thermal power level) இருந்தன. இம்மூன்று உலைகளும் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் படைப்பிரிவு, நாடிக், மெசாசுசெட் டொஹோகு பல்கலைக் கழகம், சென்டை, ஐப்பான், பிரான்சு நாட்டுப் படையின் பரிசோதனைக் கூடத்தினர், மத்தியப் போர்ப்படை ஓடில்லோ பான்ட் ரோமியோ, பிரான்சு ஆகிய அமைப்புகளால் கட்டப்பட்டன. 1973 ஆம் ஆண்டு, அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் படைப்பிரிவினரால் உருவாக்கப்பட்ட சூரிய உலை, நியூமெக்சிகோவிலுள்ள வெள்ளை மணல்கள் என்றழைக்கப்படும் இடத்திலமைந்த ஏவுகணை இருப்பிடத்திலுள்ள (white sands missile range) அணுக்கருப்படைக்கல விளைவுகள் பரிசோதனைக் கூடத்திற்கு (nuclear weapon effects laboratory) மாற்றம் செய்யப்பட்டு, 1974 ஆம் ஆண்டு இயக்க நிலையை அடைந்தது.

உயர் வெப்ப நிலைச் சூரிய ஆற்றல் (high temperature solar energy) பயன்பாடுகளை உருவாக்குவதற்காக, மான்ட் லூயி சூரிய உலை பெரும் பங்கினை வகித்தது. மேலும் மற்ற முப்பெரும் சூரிய உலைகளின் வடிவமைப்பிற்கான தகவலினையும் அது வழங்கியது. உயர் வெப்பநிலைச் சூரிய ஆற்றல் துறைக்கு அதன் மிகப் பெரும் பங்காக அமைவது யாதெனில் இச் சூரிய உலையில் பெறப்பட்ட அனுபவமும் பின்னணியும் C N R S - சூர்ய ஆற்றல் பரிசோதனைக் கூடத்தினருக்கு வழங்கி அவர்களால் வடிவமைத்து கட்டப்பட்ட உலகின் மிகப்பெரும் C N R S 1000 கிலோ வாட் திறனுள்ள சூரிய உலையாகும்.

இந்த 1000 கிலோ வாட் திறன் கொண்ட



படம் 13. பிரான்சில், பான்ட்-ரோமியூனில் ஒடிலோனில் அமைக்கப்பட்டுள்ள 1000 கிலோ வாட் சூரிய உலையின் திட்ட விளக்க அமைப்பு

59 அடி 180 அடி சூரியக் கதிர்கள் 63 கண்ணாடிகள் (கதிர்நிலைகள்) சூரிய வழியைப் பின்தொடர்ந்து, சூரியக் கதிர்களை, பரவளைய வடிவிலான எதிர்பலிக்கும் அமைப்பின் மீது செலுத்துகின்றன. பரவளைய வடிவான எதிர்பலிக்கும் அமைப்பு குறியிலக்குப்பரப்பின் மறு சூரியக் கதிர்களைச் செறிவூட்டுகின்றது.

CNRS சூரிய உலையானது அன்ட்டோராவினுக்குக் கிழக்கே 40 கி.மீ தொலைவிலும், மான்ட் லூயிற்கும் மேற்கே 18 கி.மீ தொலைவிலும் பான்ட் ரோமியோவின் ஒடிலோவில் 2000 மீ உயரத்திலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இட அமைப்பில் ஆண் டில் 180 நாட்களுக்குச் சூரியனின் பொலிவான ஒளி கிடைக்கின்றது. மேலும் அச்சூரிய ஒளியின் செறிவின் மிக உயர்ந்த அளவு சதுர மீட்டருக்கு 1000 வாட்டுகள் ஆகும். 10 ஆண்டுகட்கும் மேலான கட்டுமானத்திற்குப் பின்னர், இச்சூரிய உலை 1970 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர்த் திங்கள் முதல் நாள் கட்டி முடிக்கப்பட்டது.

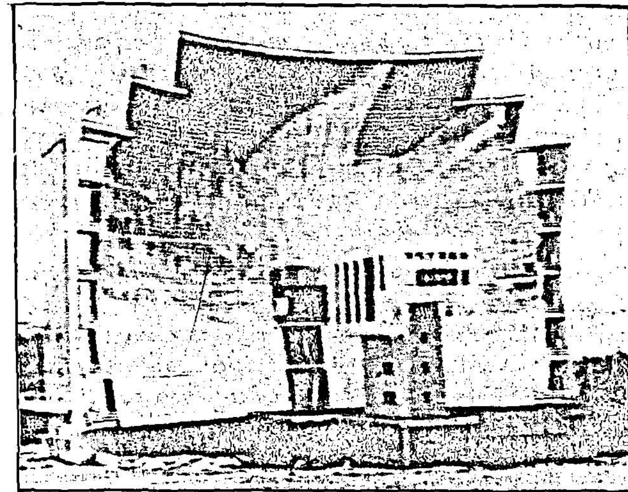
படம் 13 இல் திட்ட வடிவிலான 1000 கிலோவாட் CNRS சூரிய உலை காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ் வுலையில் 63 சூரிய ஒளி நிலைகளைப் பயன்படுத்தி சூரியனின் ஒளிக்கற்றைகள் மிகப் பெரிய பரவளைய வடிவினாலான சூரியஆற்றல் செறிவூட்டியின் (parabolic concentrator) பரப்பிற்குச் செலுத்தப்படு கின்றன.

இதில் பயன்படுத்திய 63 சூரிய ஒளி நிலைகள் ஒவ்வொன்றும். 7.5 மீட்டர்கள் அகலமும், 6 மீட்டர் கள் உயரமும் கொண்டு, 50×50 சென்ட்டிமீட்டர் பரப்பளவினைக் கொண்ட தட்டையான 180 கண் ணாடிக்கூறுகளைக் கொண்டதாய் அமைந்தது. இந்த 63 சூரிய ஒளி நிலைகளின் கண்ணாடிப் பரப்பின் மொத்தப் பரப்பளவு 2835 சதுர மீட்டர் ஆகும். இந்த அளவானது கால்பந்து விளை யாடும் மைதானத்தின் பரப்பில் பாதி அளவைக் குறிக்கும். பரவளையத்தின் வடக்கே நேரடி யாகச் சூரிய ஒளி நிலைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை எட்டுத் தளங்களில் அமைக்கப்பட் டுள்ளன. சூரிய ஆற்றலைச் செறிவூட்டும் பர வளைய அமைப்பினை (concentrating parabola) உரு வாக்கும் கண்ணாடிகளை நோக்கி, சூரியஒளி நிலை களிலிருந்து கிடைமட்டமாகவும் தெற்குப்புற மாகவும் நிலைத்த ஆற்றலைக் கொண்ட சூரிய ஒளிக்கற்றை செலுத்தப்படுகின்றது.

பரவளையத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பு வரை யில் ஒளியூட்டுவதற்காக ஒவ்வொரு சூரிய ஒளி நிலை வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் ஒவ் வொரு சூரிய ஒளி நிலையும் இரண்டு வகையான ஒளிக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பினைக் (dual optical control system) கொண்டு, இக்கட்டுப்பாட்டு அமைப் பினால், இரண்டு வகையான நீரியல் அமைப்பின் dual hydraulic system) வழியாக ஒவ்வொரு சூரிய ஒளி நிலைக்கும் தகுந்த இட அமைப்பினை வழங்குகின்றது. தேடுதல் அல்லது பின்தொடரும் முறையப் பயன்படுத்தி ஒவ்வொரு சூரிய ஒளி நிலை யும் இயங்கத் தக்கவாறு இந்த இரண்டு வகை அமைப்பு அனுமதிக்கின்றது. இந்த இரு வகைகளி லும், ஒளி வழியறிந்து செல்லும் அமைப்பானது (optical guidance system) நான்கு ஒளிமின் இரு முனையங்களைக் கொண்ட (photo diodes) ஒளிக் குழலினைப் (photo tube) பயன்படுத்திக் கிழக்கு மேற்கான மற்றும் மேலும் கீழுமான பக்கங்களில் சூரிய ஒளி நிலையின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்து கின்றது.

தேடுதல் முறையிலான இயக்கத்தின்போது ஒரு குட்டையான (10 சென்டி மீட்டர்) 40° ஏற்புக்கொள் ளும் கோணத்தைக் (acceptance angle) கொண்ட ஒளி மின் குழலினைப் பயன்படுத்தி வேக நீரியல் அமைப்பு (fast hydraulic system) இயங்க வைக்கப் படுகின்றது. இந்த நீரியல் அமைப்பானது இயங்கும்-இயங்காமை என்னும் இரு நிலை முறையில் (on-off mode) இயங்கிச் சூரியஒளிநிலையைப் பின்தொடரும் அமைப்பின் (track system) இயங்கு எல்லைக்குள் வேகமாகக் கொண்டு வருகின்றது. தேடுதல் முறை யில் 100 சென்டிமீட்டர் அளவிலான ஒளிமின் குழ லினைப் பயன்படுத்தி மெதுவாக இயங்கும் நீரியல் அமைப்பினைக் (slower acting hydraulic system) கட்டுப்படுத்துகின்றது. இந்நீரியல் அமைப்பா னது விகிதக் கட்டுப்பாட்டு முறையினைக் கொண்டு (proportional control mode) இயங்குகின்றது. 100 சென்ட்டிமீட்டர் குழலின் அடிப்பகுதியில் மைந்த சூரியனுடைய வடிவத்தின் அளவு, 25 செ. மீ விட்டத்தைக் கொண்டதாய் இருக்கும்.

சூரிய ஆற்றலைச் செறிவூட்டும் பரவளையத்தின் குவிமைய நீளம் 18 மீட்டராகவும் உயரம் 40

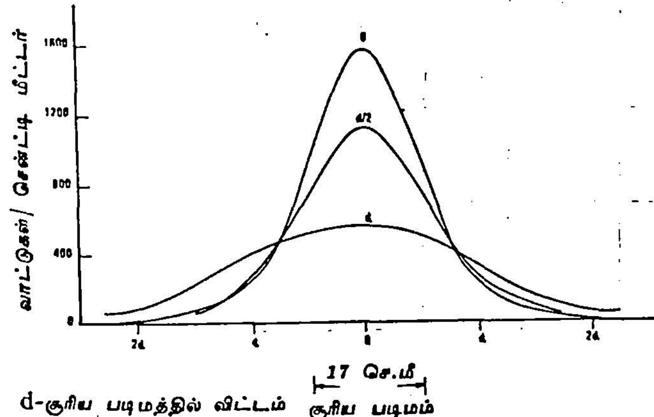


படம் 14. பிரான்சு நாட்டு ஃபாந்து ரோமியோவில் நிறுவப்பட்டுள்ள சூரிய உலை

சூரிய ஆற்றலைக் குவிக்கும் கட்டிடப் பெரும் பரவளையம் செறிவூட்டப்பட்டுச் சூரிய உலையின் மீது செலுத்துகின்றது.

மீட்டராகவும், அகலம் 54 மீட்டராகவும் அதன் குவிய அச்சு முதல் தளத்திற்கு மேலிருந்து 13 மீட்டர் தொலைவிலும் அமைகின்றன. தட்டையான கண்ணாடிகளை எந்திரத்தால் வளைத்துச் சரிசெய்த 9500 கண்ணாடிகளைக் கொண்டதாய்ப் பரவளையம் அமைகிறது. குவிமையத்தில் குறைந்த விட்ட அளவினைக் கொண்ட சூரிய வடிவத்தை அது வழங்குகின்றது. இத்தகைய நுல்லியமான சரிப் படுத்துதலை உருவாக்க இரண்டாண்டுகள் தேவைப் பட்டன. 1970 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர்த் திங்கள் முதல் நாள் இது நிறைவேற்றப்பட்டது. படம் 14 இல் பரவளையத்தையும் செறிவூட்டப்பட்ட சூரிய ஆற்றலைச் செலுத்தும் குவிக்கும் கட்டிடத்தையும் காணலாம்.

2000 சதுர மீட்டர்கள் பரப்பில் படும் சூரிய ஆற்றலைப் பரவளைய எதிர்பலிப்பி (parabolic reflector) 0.3 சதுர மீட்டர்களுக்கும் குறைவான பரப்பில் செறிவூட்டமடையச் செய்கின்றது. மொத்த வெப்ப ஆற்றலை 60% அளவு (600 கிலோ வாட்டுகள் அளவு) பரவளையத்தின் குவிதள மையத்தில் (centre of the focal plane) 0.08 சதுர மீட்டருக்கும் குறைவான பரப்பில் செறிவூட்டமடையச் செய்கின்றது.



படம் 15. ஓடிலோ சூரிய உலையில் சூரிய ஆற்றலைக் காட்டும் குவிமையத் தொலைவு வரைபடம்

குவிமையத்தில் (focal point) சூரிய வடிவ விட்ட அளவு 17 செ.மீ அளவாகும். இப்பகுதியில் 27% அளவு வெப்ப ஆற்றல் (270 கிலோ வாட்டுகள் அளவு) செறிவூட்டப்படுகின்றது. படம் 15 இல் வரைபடத்தில் குவியப் பரப்பில் (focal area) வெப்பத் தொடர் குறிப்புகள், வாட்டுகள்/ சதுர சென்டி மீட்டரில் வழங்கப்பட்டுள்ளன. குவியத் தளத்தில் (focal plane) உள்ள வெப்பத்தொடர்பினை வளைவுகள் d, d/2 ஆகியன காட்டுகின்றன.

சூரிய ஆற்றல் எந்திரச் சுழற்சிகள். குறிக்கோள் வடிவில், சூரிய ஆற்றலாக மாற்றுவதற்கான வெப்ப எந்திரங்கள் கீழ்க்காணும் இயற்பண்புகளையுடையவையாய் இருக்க வேண்டும். ஒரு கிலோவாட் ஆக்க அளவிற்கான குறைந்த செலவு, மிகக் குறைந்த பராமரிப்புடன் நீண்ட வாழ்நாளும் நம்பத் தகுந்த இயக்கமும் பாதுகாப்பான இயக்கமும் சுற்றுப் புறத்திற்கு ஏற்றதான இயக்கமும் சுழற்சியின் உச்ச வெப்ப நிலைகளில் 1000 கெ. வரையில் தாங்கக் கூடிய பண்புகளும் மேலும் கார்னோ திறமை மதிப்பும் ஆகும்.

சூரிய வெப்ப ஆற்றலை இணைப்பதற்கான ஆற்றல் மிகுந்த அமைப்புகளாக வெப்ப எந்திரங்கள் பயன்படுகின்றன. அவையாவன, வெப்ப மின் (thermoelectric), வெப்ப அயனி (thermonic), வெப்ப வேதியியல் (thermochemical), காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் (magneto hydro dynamic), இராங்கைன் (Rankine) பிரேட்டன் (Brayton), சாதாரண அல்லது இழப்பிலிருந்து மீள்வுறும் மற்றும் அடுக்குகளைக் கொண்ட சுழற்சிகளுடனான எந்திரங்களாகும். மேற்கண்ட தேர்வு முறையைக் கருத்தில் கொண்டு சுழற்சித் தேர்வுகள் அட்டவணை 2 இல் விரித்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. எந்த ஒரு சுழற்சி மிகக் குறைந்த அல்லது ஏற்கத் தகாத மதிப்புக்களைக் கொண்டுள்ளதோ, அது பரந்த அளவிலான பயன்பாட்டைக் கொண்டிருப்பதில்லை. பிற்காலத் தொழில்நுட்ப முன்னேற்றத்தினால், இத்தகைய மதிப்பீடுகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் மாறுதல் அடையலாம் என்பதை நாம் கவனத்தில் கொள்வது அவசியம்.

வெப்ப மின் கருவிகள் (thermo electric devices). வேறுபட்ட மின்கடத்திகளின் இணைப்பில் (dissimilar electrical conductors) தோன்றும் மின் அழுத்தத்தைக் கொண்ட சீபெக் விளைவினை (Seebeck effect) இக்கருவிகள் பயன்படுத்துகின்றன. பல விண்வெளி அமைப்புகளில் (space systems) கதிரியக்க ஓரகத் தனிம வெப்ப மின் ஆக்கிகளில் (radio isotope thermo electric generators) வெப்ப மின் மாற்றிகள் (thermo electric converters) பயன்படுத்தப்பட்டன. இந்த வெப்ப மின் மாற்றிகள், கதிரியக்க ஓரகத் தனிம எரிபொருள் மூலங்களினால் (radio isotope fuel sources) வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன, எவ்வாறிருப்பினும் இக்கருவிகள் திறமை குறைந்தவையாயுள்ளன. 1000 கெ.சூரிய வெப்ப நிலைகளில், ஒரே காலத்திலான விண்வெளி வகையைச் சார்ந்த அமைப்புகள் (space type systems) 6% அளவிலான திறமையைக் கொண்டவையாயுள்ளன. 10% திறமையைக் கொண்ட திறமை மிக்க கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன. நம்பத்தக்கவாறு இருப்பதாலும் இயங்கும் பகுதிகள் இல்லாமையாலும் மிகவும்

அட்டவணை 2 வெப்ப எந்திரச் சுழற்சிகளின் பண்பு வகை சார்ந்த தரம்

	குறைந்த செலவில் இயங்கும் ஆற்றல்	நீண்ட வாழ்நாள் நம்பிக்கை மிக்க இயக்கம்	பாதுகாப்பான இயக்கமும் சுற்றுப்புறத்திற்கு ஏற்கத் தக்கதான இயக்கமும்	சூரிய வெப்ப மூலத்துடன் தாங்கும் சுழற்சி வெப்ப நிலைப் பண்புகள்	உயர் திறமை	குறிப்பு
வெப்ப மின்	கு	ந	ந	ந	கு	கு- குறை வாயுள்ளது
வெப்ப அயனி	கு	வி	ந	கு	கு	வி- விரும்பத்தக்கது
காந்தப் பாய்ம இயக்க நீர்ம	?	?	?	ந	ந	ந- நல்லது
வெப்ப வேதியியல்	?	?	?	ந	?	?- தெரியாது
இராங்கைன் சுழற்சி	ந	ந	ந	ந	ந	
பிரேட்டன் சுழற்சி	ந	ந	ந	ந	ந	
அடுக்குச் சுழற்சிகள்	ந	ந	ந	ந	ந	

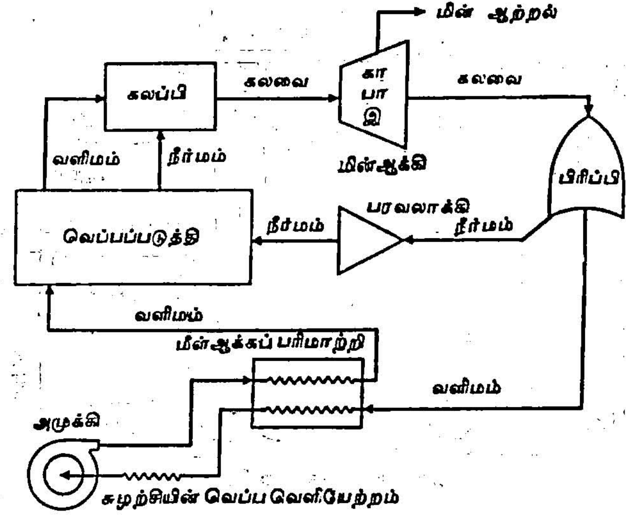
நிறைந்ததாயுள்ளமையாலும் சூரியனைச் சாாந்து இராமையினாலும் சில வகையான விண்வெளி அமைப்புகளில், கதிரியக்க ஓரகத் தனிம வெப்பமின் ஆக்கிகள் (radio isotope thermo electric generators) மிகவும் விரும்பத்தக்கவையாய் அமைந்துள்ளன. குறைந்த திறமையாலும் வேற்று நாட்டுப் பொருட் களைச் சார்ந்துள்ளமையால் உயர்ந்த விலையினைக் கொண்டுள்ளதாலும், செயல் முறையில் பயன்படுத் தத்தக்க வெப்ப எந்திரங்களாக வெப்ப வேறுபாட்டு மின்சார எந்திரங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. நம்மையும் அறியாத குறிப்பிடத்தக்க தொழில் நுட்ப முன்னேற்றம் ஒருவேளை இச்சூழ்நிலையை மாற்றம் செய்ய வைக்கலாம். இது எதிர்கால வளர்ச்சியைப் பொறுத்தது.

வெப்ப அயனிக் கருவிகள் (thermionic devices). வெப்ப எதிர் மின் முனையிலிருந்து (cathode) வெப் பத்தினால் ஆவியாக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை, குளிர்ந்த நேர் மின்முனையினால் (anode) பெறும் போது தோன்றும் மின்னோட்டத்தையும், மின் அழுத்தத்தையும் இக்கருவிகள் பயன்படுத்துகின்றன. வெப்ப அயனி முறைகள் ஆழ்ந்த ஆய்விற்குக் காரண மாய் இருந்தாலும் நடைமுறை சார்ந்த மின் ஆக்கப் பயன்பாடுகள் (practical power generation applica- tions) ஏதும் இம்முறைகளிலிருந்து இதுவரை பெற இயலவில்லை. வகைமை வெப்ப அயனி மின் கலங்களில் (thermionic cells) தோரியம் ஏற்றப்பட்ட எதிர்மின்முனைகளைக் கொண்டும் (thoriated catho- des) எதிர்மின்முனைக்கும் நேர்மின்முனைக்கும்

இடைப்பட்ட இடைவெளியில் சீசியம் ஆவி நகரு மாறும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வெப்ப அயனிக் கருவிகளின் செயல்பாட்டு இயங்கும் வெப்ப நிலையின் (1200° செ, 1437 கெ) கீழ் வரம்பு சூரியஒளிநிலைக் கோபுர உச்சி சூரிய வெப்ப மூலங்களின் வெப்பநிலையின் பெரும நிலைக்கு அண்மையில் அமைகின்றது. எந்திரவகை வெப் பப் பொறிகளைக் (mechanical heat engines) காட்டிலும், வெப்ப அயனிக் கருவிகள் குறைந்த திறமை உடையவை (எடுத்துக்காட்டாக, 1200° செ (C) வெப்பநிலையில் 15% திறமை). எனவே மின் ஆக்கத்திற்காக, வெப்ப அயனிக் கருவிகள் பயன் படுத்தப்படுவதில்லை. எவ்வாறிருப்பினும், வழக்க மான ஓர் அமைப்புடன் (conventional system) வெப்ப அயனி அமைப்பினை (thermionic system) அடுக்காகப் பயன்படுத்தல் (cascaded) இயலத்தக்க தான உயர் வெப்பநிலைச் சுழற்சியினை (high temperature cycle) நாம் விட்டுவிட இயலாது.

வெப்ப வேதியியல் அமைப்புகள். (thermo chemical systems). நீரினை வெப்ப முறையில் ஹைடிரஜனாக வும், ஆக்சிஜனாகவும் பிரிக்கும் திட்டங்களைப் பல ஆய்வாளர்கள் எடுத்துரைத்துள்ளனர். உயர் வெப்ப நிலைகளில் (அதாவது 4000 இலிருந்து 5000 கெ) நீரா னது ஹைடிரஜனாகவும், ஆக்சிஜனாகவும் பிரிகின் றது. இவ்வெப்ப நிலையை, சூரிய வெப்ப மூலங்களில் நடைமுறையில் பெற இயலுவதில்லை. நடைமுறைக்கு இயலத்தக்க வெப்பநிலை இடைவெளிகளிலும் (800 லிருந்து 1400 கெ. வரை) அல்லது அதற்குக் கீழான வெப்ப நிலை இடைவெளிகளிலும், தொடர்ந்த வினைகளைப் பயன்படுத்தி நீரினைப் பிரிக்கும் பல எண்ணிக்கை வெப்ப வேதியியற் சுழற்சிகள் (thermo chemical cycles) பரிந்துரைக்கப்பட்டுள் ளன. வெப்ப வேதியியல் முறையில் நீரினைப் பிரிக் கும் ஒரு வேதியியற் பொருளின் விரும்பத்தக்க பண் புகள் நீரிலிருந்து ஹைடிரஜனை உண்டாக்கும் திற மையைச் சார்ந்தவையாகும். ஹைடிரஜன் எரிபொ ருள் என்னும் கட்டுரையில் ஹைடிரஜன் பொருளா தாரத்தின் நன்மைகளும் எல்லைகளும் விரித்துரைக் கப்பட்டுள்ளன.

காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல். (magneto hydro dynamics - MHD). 1960 ஆம் ஆண்டின் நடுவில் முதற்கொண்டு ஒரிகான் தேசிய ஆய்வுக் கூடத்தில் (Origan National Laboratory) நீர்ம உலோக கா.பா.இ. (MHD) அமைப்புக்களைக் கொண்டு ஆய் வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. நீர்மத்தை மிகை வேகப்படுத்த இரண்டு நிலைப் பாய்வினை (two phase flow) இந்த அமைப்புகள் பயன்படுத்துகின்றன. கா.பா.இ. செல்லும் வழியில் (MHD channel) வேக மாகச் செல்லும் நீர்ம உலோக வளிமக் கலவை நுழைந்து அதன் இயங்கு ஆற்றல் (kinetic energy) மின் ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது (காண்க,

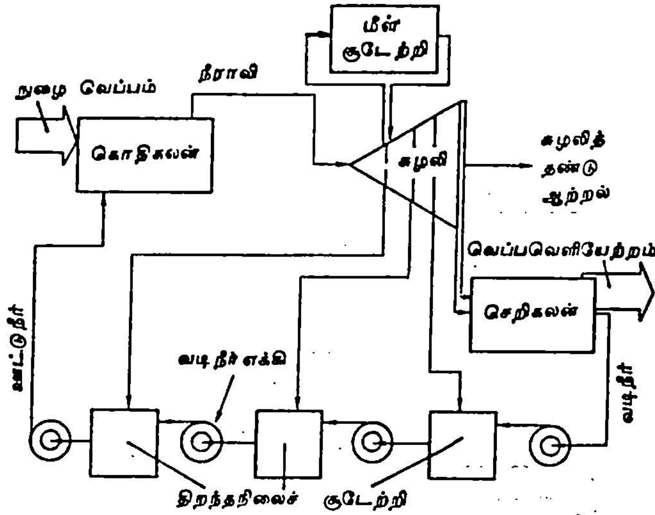


படம் 16. நீர்ம உலோகக் காந்தப்பாய்ம இயக்கத்தின் சுழற்சி வரைபடம்

படம் 16). சுழற்சியின் உயர்ந்த வெப்பநிலையான 1500°F (815°C) இல் 40% அல்லது அதற்கும் மேலான திறமைகளைப் பெறலாம் எனக் கருத்தியல் ஆய்வுகளிலிருந்து தெரியவருகின்றது.

இராங்கைன் சுழற்சி (Rankine cycle). வெப்பமின் ஆக்கத்திற்காக (thermal electric power generation) நீராவிச் சுழலிகளைப் (steam turbines) பயன்படுத்தல் நீராவி இராங்கைன் சுழற்சி முக்கிய முறையாகப் பல்லாண்டுகளாக இருந்து வந்தது. இராங்கைன் சுழற்சி பல்லாண்டுகளாக மேம்படுத்தப்பட்டு திறமை மிக்கதாய் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கான சாதனம், நம்பத்தகுந்ததாயும் தயாராகக் கிடைக்கக் கூடியதாயும் உள்ளது. படம் 17 இல் காட்டப் பட்டுள்ள வகைமைச் சுழற்சியில் மிகை வெப்பப்படுத் தலும் மீள்வெப்பப்படுத்தலும் மீள்ஆக்கமும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புதைபடிவு எரிபொருள் களைப் பயன்படுத்தும் நிலையங்களில் (fossil fueled plants) புகைபோக்கி வழியாகச் செல்லும் வளிமங்களுக்கும் (flue gas) உள்வழிச் செல்லும் காற் றுக்கும் (inlet air) இடையே வெப்பப் பரிமாற்றம் நிகழ்வதனால், கொதிகலன் திறமை உயருகின்றது. 40% திறமையைக் கொண்டு சுழற்சியின் பெரும வெப்பநிலையான 800 கெ. இல் இதற்கான நீராவி இராங்கைன் அமைப்புகள் இயங்குகின்றன. சூரிய நிலையங்களில் பயன்படுத்துவதற்கேற்றவாறு இச் சுழற்சியின் எல்லாப் பண்புகளும் பொருந்துகின்றன.

பிரேட்டன் சுழற்சி (Brayton cycle). சூரிய நிலை யங்களிலும் உயர் வெப்பநிலை வளிமக் குளிர்விப்பு அணுக்கரு உலைகளிலும், நீராவி இராங்கைன் சுழற் சிக்குப் (steam rankine cycle) பதிலாகச் செயல்முறை

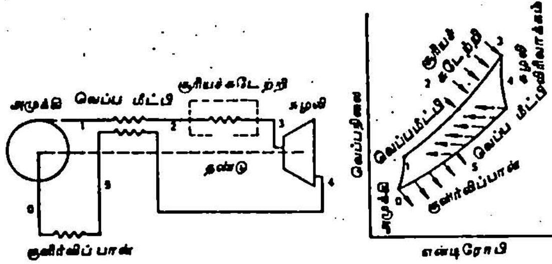


படம் 17. மீள் ஆக்கம் செய்யும், மீள் வெப்ப மூட்டும் நீராவி இராங்கைன் சுழற்சியின் திட்டவிளக்க வரை படம்.

சார்ந்த பிரேட்டன் சுழற்சியினைப் பயன்படுத்துவது அண்மைக் கால வளர்ச்சியாகும். விமான வளிமச் சுழலிகளில், திறந்த வடிவான பிரேட்டன் சுழற்சி மிகவும் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. திறமையுடன் (efficiency) ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது நீராவி இராங்கைன் சுழற்சியுடன் திறந்த பிரேட்டன் சுழற்சி போட்டியிட முடியாது. ஆற்றல் ஆக்கப் பயன்பாட்டில் 20 விழுக்காடு சுழற்சித் திறமைகளை (cycle efficiencies) எதிர்நோக்கலாம். எவ்வாறிருப்பினும் இழப்பிலிருந்து மீட்சியை அடையும்போதும் (recuperation) பிரேட்டன் சுழற்சியில் உயர்திறமையை அடையலாம். இழப்பிலிருந்து மீட்சியை அடைவது மீள் ஆக்கம் (regeneration) என்றும் கூறப்படுகின்றது. இச் சுழற்சியினை விளக்கும் வரைபடம் படம் 18 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச் சுழற்சியில் வேலை செய்யும் நீர்மமாக மந்த வளிமமான (inert gas) ஹீலியம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வேதிவினைகளில் செயல்படாத வளிமக்கலவையான ஹீலியம் செனான் (helium xenon) கலவை ஆய்வு செய்யப்பட்டு, அக்கலவையைப் பயன்படுத்துவதிலுள்ள மிகுந்த நன்மைகள் எடுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளன. இழப்பிலிருந்து மீட்சியை அடையும் பிரேட்டன் சுழற்சி (recuperated brayton cycle) குறிக்கோள் அளவில் கார்னோத்திறமையை (carnot efficiency) நெருங்குகின்றது. அமுக்கி (compressor) சுழலி (turbine) ஆகியவற்றின் வேலை குறையும்போது, வெப்பத்தை ஊட்டுவதற்கும் வெப்பத்தை ஒதுக்குவதற்குமான சராசரி வெப்பநிலைகள் சுழற்சியின் வெப்பநிலை இடைவெளியை நெருங்குகின்றன. அமுக்கி, சுழலி ஆகியவற்றின் வேலை, சுழற்சியின் அமுக்க விகிதம் சுழியை நெருங்கும் போதோ ஓர் அலகுத் திறன் ஆக்க அளவிற்கு நீர்மப் பொருண்மைப் பாய்வு முடிவிலியை (infinity) நெருங்கும் போதோ இந்த எல்லையை அடைகின்றது. இதிலிருந்து நாம் எதிர்பார்ப்பது என்னவென்றால், இழப்பிலிருந்து மீட்சியைப் பெறும் நடைமுறை சார்ந்த பிரேட்டன் சுழற்சிகள், குறைந்த அழுத்த விகிதங்களில் (low pressure ratios) இயங்கக் கூடியன என்பதும் ஆனால் இச்சுழற்சிகள் அழுத்த வீழ்ச்சிக்கு (pressure drop) மிக்க உணர்திறனைக் கொண்ட மாறுபாடுகளைக் காட்டக் கூடியவை என்பதும் ஆகும். சுழற்சியின் வெப்பநிலை இடைவெளி முழுவதற்கும், ஹீலியத்தின் தன்வெப்பம் (specific heat) மாறாத நிலைத்தன்மையுடையதெனக் கருத்தில் கொள்ளும்போது இழப்பிலிருந்து மீட்சியைப் பெறும் பிரேட்டன் சுழற்சியின் திறமையைக் கீழ்க்காணுமாறு எடுத்துரைக்கலாம்.

$$\eta_{o} = 1 - \left[\frac{\dfrac{r_{pc}\,\xi - 1}{\eta_b} + \dfrac{\Delta T_r}{T_o}}{\dfrac{T_3}{T_o}\,\eta_t \left[1 - \left(\dfrac{G}{r_{pc}} \right) \right] + \dfrac{\Delta T_r}{T_o}} \right]$$

இதில், r_{pc} என்பது அமுக்கியின் அமுக்க விகிதம் (>1); η_b என்பது அமுக்கியின் திறமை; ΔT_r என்பது இழப்பிலிருந்து மீட்சியின் குறுக்கே உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாடு; படம் 18 இல் இது T4-T2 ஆகும். T_o என்பது சுழற்சியின் வெப்பநிலையின் கீழ்வரம்பு



அழுத்தம் வேலை குறைவடையும்போது

1 சுழற்சியின் குறிக் கோள் வடிவான திறமை கார்னோத் திறமையை நெருங்குகின்றது.

2 சுழற்சியிலிருந்து வெப்பம் உட்செல்வதும், வெளியேறுவதும் சிறிதாகின்றது.

3 வெப்ப மீட்பியில் வெப்பமாற்றம் பெரிதாகின்றது.

4 சுழற்சியில் அழுத்த விகிதம் சுழியை நெருங்குகின்றது.

படம் 18. இழப்பிலிருந்து மீட்சியை அடையும் பிரேட்டன் சுழற்சியின் வரைபடம்

T_3 என்பது சுழற்சியின் மேல் வரம்பு வெப்பநிலை; η என்பது சுழலியின் திறமை (turbine efficiency)

ξ என்பது வெப்பத் தன் கூறு (specific heat factor)

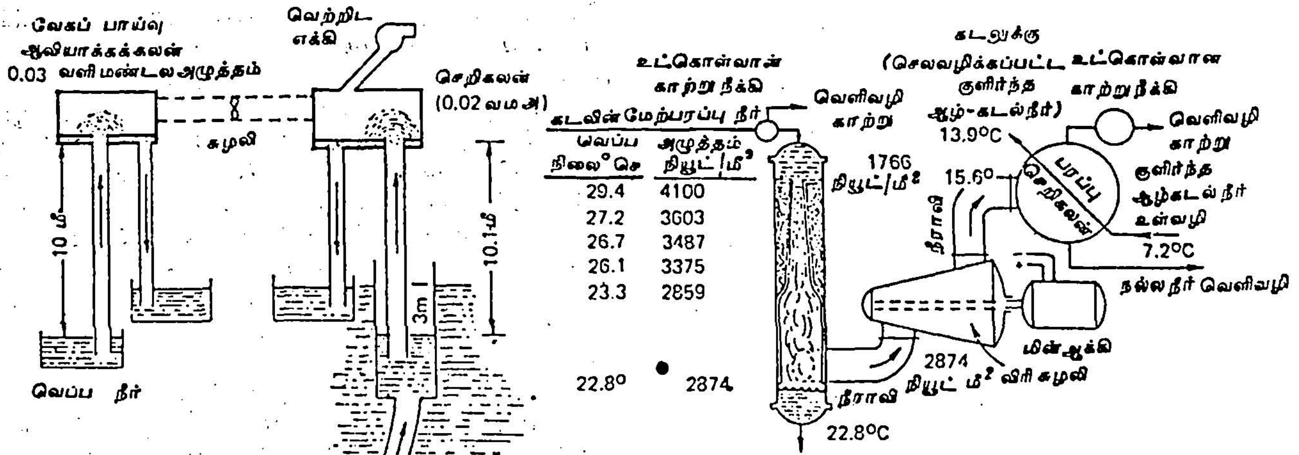
$\gamma = 1.67$ (ஈலியத்திற்கு) ஆக இருக்கும்போது

$\frac{\gamma-1}{\gamma} = 0.4$. இங்கு G என்பது நான்கு அழுத்தவீழ்ச்சிக் கூறுகளின் (pressure drop factors) பெருக்கற்பலன்

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{P_4}{P_5} = \frac{P_5}{P_0}$$ ஆகும்.

ஓடைஅடுக்குச் சுழல்கள் (cascaded cycles). மிகுந்த அளவில் அமுக்க விகிதங்களைக் கொண்டுள்ளதாலும் மிகுந்த அளவில் வெப்பநிலை வேறுபாடுகளுடன் இராங்கை சுழற்சி இயங்க வேண்டியுள்ளதாலும் தக்க பண்புகளுடைய வேலை செய்யும் நீர்மத்தைத்(working fluid) தேர்ந்தெடுப்பது பிரச்சினைகளைக் கொண்டதாய் உள்ளது. இத்தகைய பிரச்சினைகளை ஓடைஅடுக்குச் சுழற்சிகள் (cascaded cycles) தீர்த்து வைக்கின்றன. பல்லாண்டுகளுக்கு முன்பாகவே பாதரச நீராவிச் சுழற்சிகள் முயற்சி செய்யப்பட்டன. ஆனால் பாதரசத்தின் நச்சுத் தன்மை காரணமாக, இச் சுழற்சிகளைப் பரந்த அளவில் பயன்படுத்த முடியவில்லை. அண்மைக் காலத்தில் பொட்டாசியம் நீராவி, பொட்டாசியம்/கரிமம்/நீராவிச் சுழற்சிகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டு, அதனால் 60% திறமை பெறப்பட்டதெனக் கூறப்பட்டுள்ளது. ஓடை அடுக்கமைந்த சுழற்சியில் (cascaded cycle) உயர் வெப்பநிலைச் சுழற்சியிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட வெப்பத்தைக் (rejected heat) கொண்டு, குறைந்த வெப்ப நிலைச் சுழற்சி இயங்குகின்றது.

கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம். 1881 ஆம் ஆண்டிலேயே டீ-ஆர்சன் வால் (De Arsonval) என்பவர், கடல் நீர் அடுக்குகளின் வெப்ப



படம் 19. கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றத்திற்கான, திறந்த இராங்கைன் சுழற்சி அமைப்புகள்

அ. ஜௌடினுடைய அடிப்படைத்திட்டம் வேகப்பாய்வு முறையில் ஆவியாக்கப்பட்ட கடல் நீர் சுழலியை இயக்குகின்றது. பின்னர் இந்நீராவி வடிகலனில், மழை போன்றுவிழும் குளிர்ந்த நீரினால் மீண்டும் ஆவிசுருக்கப்பட்டு நீராகின்றது. இதற்கான முழுவிவரங்கள் ஜி. ஜௌடு என்பவரால் எழுதப்பட்ட எந்திரப் பொறியியல் சார்ந்த வெப்ப மண்டலப் பகுதிக் கடலிலிருந்து என்ற நூலில் காணலாம்.

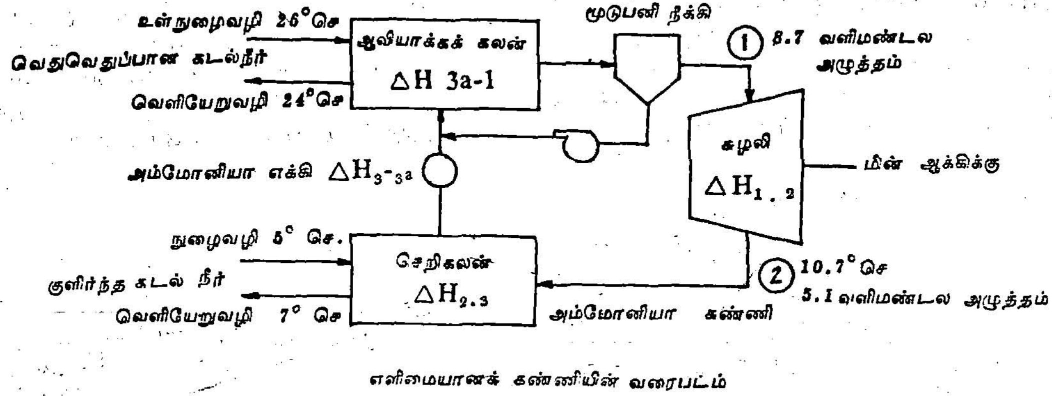
ஆ. புதிய நீரையும் ஆற்றலையும் உண்டாக்கும், மேம்படுத்தப்பட்ட கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வேகப்பாய்வு ஆவியாக்கும் முறை. இதற்கான விவரங்கள் 2000 ஆண்டின் ஆற்றல் பகுதி 2, வெப்பக்கடல் ஆற்றல் எந்திரப்பொறியியல் 93, 23-25 (அக்டோபர்-1971) என்னும் புத்தகத்தில் காணலாம்.

வேறுபாடுகளிலிருந்து (thermal differences) மிகுந்த அளவில் ஆற்றலைப் பெறலாம் என எடுத்துரைத்தார். 1930 ஆம் ஆண்டு, பிரான்சு நாட்டு இயற்பியல் விஞ்ஞானியான ஜார்ஜ் கிளாடு (George Claude) என்பவர், பக்குவநிலை அடையாத கடல் வெப்ப வேறுபாட்டைக் கொண்டு இயங்கும் மின் நிலையத்தை (ocean thermal difference power plant) கியூபாவிலுள்ள மடான் சாஸ் விரிகுடாவின் ஓரத்தில் (Madanzos bay) நிறுவி இயக்கினார். தயாரிப்பதற்கான பிரச்சினைகள் தட்பவெப்ப நிலைப் பிரச்சினைகளுடன் கரையோர நிலையத்திலிருந்து விரிகுடாவில் 1.6 மீட்டர் விட்ட அளவுடைய 1.75 கிலோ மீட்டர் நீளமான குளிர் நீர்க்குழாயினைக் (cold water pipe) கடல் மட்டத்திலிருந்து 700 மீட்டர்கள் ஆழத்தில் அமைத்தார். கடல் நீரின் 14° செ. வெப்பநிலை வேறுபாட்டைக் கொண்டு, கிளாடினுடைய சுழலி 22 கிலோ வாட் மின்திறனை ஆக்கியது. திறந்த இராங்கின் சுழற்சி அமைப்புடன் (open Rankine cycle system) நிலையம் இயங்கியது. அதாவது கடல் நீரிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட தூயநீர் நீராவிச் சுழலியில் வேலை செய்யும் நீர்மமாக (working fluid) நேரடியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. வழக்கமான நீராவிச் சுழலி அமைப்பு உயர் அழுத்தத்திலும், பேரளவு வெப்பநிலை வேறுபாடுகளிலும் இயங்குகின்றது. ஆனால் கிளாடினுடைய அமைப்பில் ஆவியாக்குவதற்கு மிகவும் குறைந்த அழுத்தம் (வெற்றிடம்) தேவைப்பட்டது. வேகப் பாய்வுக் கொதிகலன்களில் (flash boilers) நீராவியின் அழுத்தம் 0.03 வளிமண்டலமாகவும் (atmosphere) செறிகலன்களில் (condenser) நீராவியின் அழுத்தம் 0.02 வளிமண்டலமாகவும் இருந்தன. இங்கு நீராவியுடன் மழைபோன்று விழும் குளிர்ந்த நீரினைக் கலந்து நீராக வடிக்கப்படுகின்றது. இந்த அழுத்தங்களில், நீராவியின் தற் பருமன் அளவு (specific volume) (பரு மீட்டர்கள்/கிலோ கிராம் அல்லது பருமன்அடி/பவுண்டு) மிகவும் உயர்ந்த அளவினைக் கொண்டதாய் இருப்பதால் ஒரே அளவான திறனுக்கு மரபுவழித்திறன் நிலையத்திற்குத் தேவைப்படும் சுழலியைப் போன்று 30 முதல் 50 மடங்கு பெரிய விட்ட அளவினைக் கொண்ட சுழலி தேவையாயிற்று. இவ்வாறாக 20° செ. வெப்பநிலை வேறுபாட்டில் 5000 சுழற்சிகள் ஒரு நிமிடத்திற்கான, 60 கிலோவாட் மின்திறனை உண்டாக்கும் கிடைக்கக் கூடிய 1 மீட்டர் விட்ட அளவுள்ள சுழலிக்கு ஏற்புடையதாகச் செறிகலனுக்குள் உள்ளிழுக்கப்படும் போது குளிர்ந்த நீர் மிகுந்த அளவில் வெப்பம் அடைவதைத் தவிர்ப்பதற்காக குளிர்நீர்க் குழாயின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பினைப் பத்துமடங்கு பெரிய தாக்கிக் குளிர்நீர்க் குழாயின் அளவைத் தேவையான அளவிற்கும் அதிகமாய்ப் பயன்படுத்தினார். இதன் விளைவாகச் சுழலியிலிருந்து கிடைக்கும் திறனைக் காட்டிலும், அதிகமான திறனை வெற்றிடத்தை உண்டாக்கும் எக்கிக்கு (vacuum pump) வழங்கினார். எவ்வாறிருப்பினும், குறைந்த பண்புடைய வெப்பத்தை ஆற்றலாக மாற்றம் செய்வது அவரால் எடுத்துக்காட்டப்பட்டது (காண்க படம் 19).

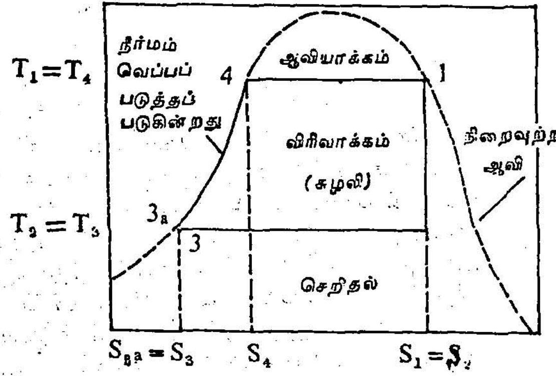
1956 ஆம் ஆண்டு ஆப்பிரிக்காவில் அபிட்ஜானுக்கு அருகிலுள்ள ஐவரிக் கடற்கரையோரமாகப் பிரான்சு நாட்டினரால் அமைக்கப்பட்ட கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் நிலையம் மற்றொரு நிலையமாக அமைந்தது. தற்காலத்தில் பயன்படுத்தும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வேகப் பாய்வு முறையில் ஆவியாக்கும் தொழில் நுட்பத்தைப் (controlled flash evapccation technology) பயன்படுத்தி, திறந்த இராங்கைன் சுழற்சி அமைப்பினை மேம்படுத்தி, மின்திறனையும், தூய நீரையும் கிடைக்கச் செய்யலாம்.

அடிப்படைச் சுழற்சியினை (basic cycle) மூடிய இராங்கைன் சுழற்சியாக (closed Rankine cycle) மாற்றம் செய்து கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றும் நிலையங்களின் உருவாக்கத்தில் நல்லதொரு அணுகுமுறையைக் காணலாம். இத்தகைய அணுகுமுறையில் உறையவைக்கும் வகையைச் சார்ந்த அம்மோனியா அல்லது புரோப்பேன் போன்ற வேலையில் பயன்படுத்தும் நீர்மத்தினைச் (working fluid) சுழலியை இயக்குவதற்கான மூடிய கண்ணிக்குள் (closed loop) தொடர்ந்து ஆவியாக்கவும் மறுபடியும் ஆவி செறியவும் செய்யப்படுகின்றது. ஆவியாக்கக் கலனுக்குத் (evaporator) தேவையான வெப்பத்தை வெப்பச் கடல் நீர் (75 முதல் 80° F வரை) 297 முதல் 300 கெ. வரை வழங்குகின்றது. மற்றும் குளிர்ந்த கடல் நீர் (40 முதல் 45° F வரை) 278 முதல் 281 கெ. வரை செறிகலனைக் குளிர வைக்கின்றது. வேலை செய்யும் நீர்மத்தின் அழுத்தம் வளிமண்டல அழுத்தத்திற்கும் அதிகமானது. இவ்வாறான நிலைகளில், பொருளாதார வகையில் நடைமுறை சார்ந்த அளவில் சுழலிகளைத் தயாரிக்க இயலும். வெப்பப் பரிமாற்றிகள், சுழலிகள், எக்கிகள் ஆகியவற்றின் தற்போது இருந்து வரும் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி 5 முதல் 25 மெகாவாட்டுகள் மின்திறன் இடைவெளியினைக் கொண்ட திறன் படிம அமைப்புக்களைக் (power modules) கொண்டு, 500 மெகாவாட்டுகள் திறன் கொண்ட நிலையங்களைக் கட்ட இயலும். குளிர்பதனத்துக்கும் காற்றுப் பதனாக்கத்துக்கும் நீர்ம இயற்கை வளிமத்துக்குமான தொழிற் சாலைகளிலிருந்து இதற்கான தொழில் நுட்பத்தைப் பெறலாம்.

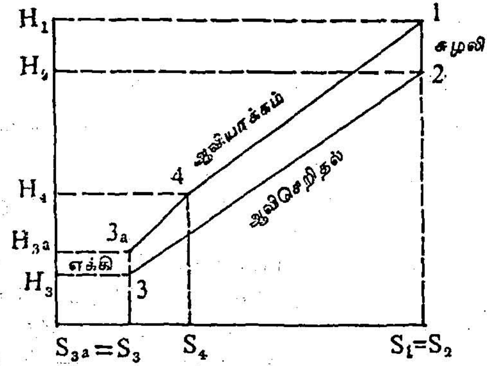
செயற்கைக் கோள் ஆற்றல் அமைப்புகள் (satellite energy systems). சூரியத் திரட்டியை விண்வெளியில் அமைப்பதற்கான நன்மைகள் எவையெனில் நிலக் கோளம் மேலமைந்த வட்டணையில் சூரியனை



எளிமையானக் கண்ணியின் வரைபடம்



வெப்பநிலை – என்ட்ரோப்பி (T-S) வரைபடம்



எந்த்தால்பி-என்ட்ரோப்பி (H-S) வரைபடம்

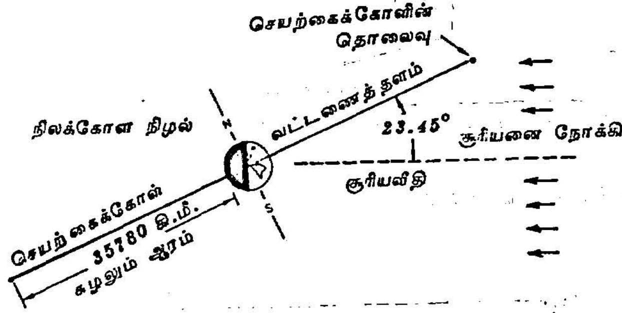
படம் 20 எளிமையாக்கப்பட்ட வளையத்தின் வரைபடம்

வெப்ப மண்டலக் கடல் வெப்ப நிலைகளுக்கானதும் வேலையில் பயன்படுத்தும் அம்மோனியா நீர்மத்திற்கானதும் மூடிய இராங்கின் சுழற்சியினைக் கொண்ட கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் நிலையத்திற்கான T-S வரைபடமும், H-S வரைபடமும். இதற்கான மற்ற விவரங்கள். ஜி. எல். டக்கர் என்பவரால் எழுதப்பட்ட "கடல் வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம்" என்னும் புத்தகத்திலும்("ocean thermal energy eonversion-by G.L. dugger) வானவெவளி விண்வெளி ஆய்விற்கான அமெரிக்கக் கழகம் (American Institute of Aeronautics and Astronautics) 1975 ஆம் ஆண்டு வெளியிட்ட "நிலக்கோளத்துக்கான சூரிய ஆற்றல் என்னும் ("Solar Energy for Earth) புத்தகத்தில் 10 வது அத்தியாயத்திலும் காணலாம்.

நோக்கியமைந்த பரப்பில் (sun oriented area) ஆண்டு ஆற்றல் குவிப்பு (annual energy accumulation) நிலக்கோளத்தில் அதே அளவுள்ள பரப்பில் மிகவும் விரும்பத்தக்க சூரிய ஆற்றலைத் திரட்டும் பரப்புகளில் பெறும் ஆற்றலைக் காட்டிலும் ஆறு மடங்கு அதிகமாகும். நன்கு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வட்டணைகளில்,ஒரு செயற்கைக் கோளிற்கான சூரிய ஆற்றல் வழங்கீடு தொடர்ந்து அமைகிறது. இவ்வட்டணையின் வாய்ப்பு மிக்கப் புள்ளி (orbital vantage point)முழுதும் பயன்படுத்தி நிலக்கோளத்தில் மிகுந்த அளவில் மக்கள் வாழ் பகுதிக்கு விண்வெளியில் பெற்ற இச் சூரிய ஆற்றல் செலுத்தும் அமைப்புக்கள் (transmission system) ஏற்கெனவே ஆராயப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய அமைப்புகளின் இயல்பான உயர்ந்த செயல்திறன், இத்துணைக் கோளினை அதன் வட்டணையில் அமைப்பதற்கான செலவினையும் பிரச்சினைகளையும் ஈடு செய்கின்றது.

இந்நாள் வரையில் எடுத்துரைக்கப்பட்ட கருத்துக்களில் நிலக் கோளத்தின் நடுக் கோட்டுத் தளத்தில், வட்டச் சுழற்சியைக் கொண்டதாயும், அதைச் சுற்றி வரும் கால அளவு 24 மணி நேரம் கொண்டதாயும் உள்ள உயரத்தில், செயற்கைக் கோள்களை அமைக்க வேண்டும் என்ற கருத்து அடங்குவதாகும். அத்தகைய அமைப்பில் செயற்கைக் கோள் நிலமேலுள்ள செயற்கைக்கோள் புள்ளியில் (sub-satellite point) நிலைகொள்ளும். இத்தகைய நிலகோளச் சுழற்சியும் செயற்கைக் கோளின் சுழற்சியும் ஒரே காலத்தில் நிகழும் வட்டணை இருப்புகள் (geo synchronous orbit locations) தற்போது தகவல் தொடர்புச் செயற்கைக் கோள்களில் பயன்படுத்தப்

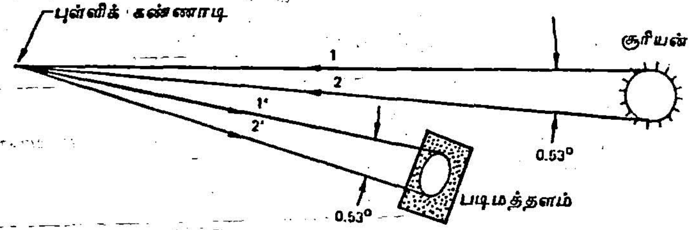
படுகின்றன. நில நடுக்கோட்டு வட்டணைத் தளம் (equatorial orbit plane) சூரியக் கதிர் வீதிக்கு 23.45° பாகை சாய்வினைக் கொண்டதாயிருக்கும் போது, செயற்கைக்கோளானது நில நிழற்பகுதிக்குக் கீழாக (தெற்காக) 6 மாதங்கள் வரையிலும் நில நிழற் பகுதிக்கு மேலாக 6 மாதங்கள் வரையிலும் செல்லும்.



படம் 21. பூவுலகின் சுழற்சியும், துணைக்கோளின் சுழற்சியும் ஒரே காலத்தில் நிகழும் வட்டணை (குளிர்காலக் கதிர்மண்டலத் திரும்பு முகத்திற்கான நிலைகள்)

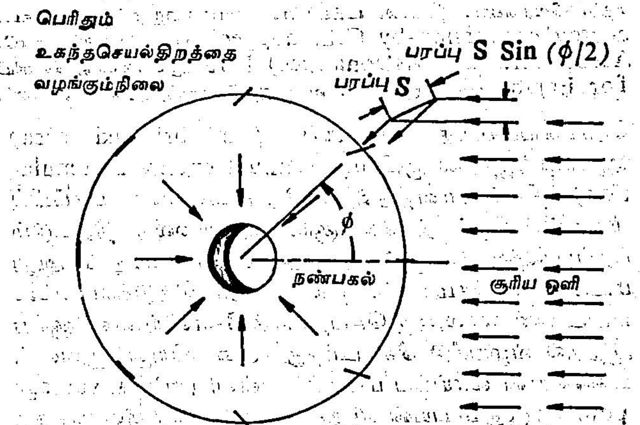
படம் 21 இல் காட்டியுள்ள நிழற் பகுதியில், சூரியனானது நில நடுக் கோட்டினைக் கடந்து செல்லும் அவ்விரு இடங்களில் (equinoxes) இச் செயற்கைக் கோளானது உச்ச கால அளவான 70 நிமிடங்கள் வரையில் ஒளி மறைப்பிற்கு (eclipsed) உட்படுத்தப் பட்டிருக்கும். இவ்வாறாக ஒவ்வோர் ஆண்டும் 99.26% அளவில் இத்துணைக்கோள் ஒளியூட்டப் பட்டிருக்கும். இந்த வட்டணைச் சுழற்சியில், நேரடியாகச் சூரிய வெயிலில் படும்படி வைக்கும் போது ஒரு சதுர மீட்டருக்கு 1395 வாட்டுகள் திறன் பெறப்படுகின்றது (நிலகோளின் நீள் வட்டப் பாதைச் சுழற்சியினால் சில வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன). இவ்வட்டப் பாதைக்கு அப்புறத்தில்தான் கோளினுடைய கதிர்வீச்சுப் பட்டைகள் (planetary radiation belts) அமைகின்றன. கால இடைவெளிகளில் சூரியன் திடீரென்று கொழுந்து விட்டு எரியும்போது (solar flares) அதன் மேற்புறப் பட்டைப் பகுதியில் (upper - belt region) தோன்றும் புரோட்டான் தொடருடன், மிகவும் திறன் வாய்ந்த துகள்களும் சூரிய ஆற்றலுடன் சேர்ந்து வெளிவருகின்றன.

தரையிலமைந்த சூரியத் திறன் நிலையத்திற்குச் சூரிய ஆற்றலை வழங்கும், வட்டணையில் சுழலும் கண்ணாடியை (orbiting mirror) அமைப்பது கருத்து வடிவான பயன்பாடாகும். பகல் நேரத்தில் கிடைக்கும் சூரிய ஆற்றலை இக்கண்ணாடி பயன் படுத்தும். அதைக் கொண்டு இரவு நேரங்களிலும் இக்கண்ணாடி இயங்கும். நாம் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய மிக முக்கியமான ஒரு கருத்து யாதெனில், சூரியன் ஒரு புள்ளி மூலம் (point source) அன்று, நிலக்கோளிலிருந்து சூரியனை நோக்கும்போது அதன் கோண அகலம் 0.53° ஆகும். எந்த ஒரு அளவைக் கொண்ட கண்ணாடியினாலும் எதிர்பலிக்கப்படும்போது உண்டாகும் ஒளிக்கூம்பில் அதன் படிமத்தைக் காணலாம்.



படம் 22. சூரியப் படிம அளவு

(காண்க, படம் 22) இவ்வாறாக நிலக்கோளுடன் கண்ணாடியும் சேர்ந்து சுழன்றுவரும் ஒரேகால நிகழ்வினைக் கொண்ட வட்டணையில், (geo synchronous orbit) நிலக்கோளில் உண்டாக்கப்பெறும் மிகச்சிறிய அளவுள்ள சூரிய ஒளி உருவம் எந்த ஒரு கண்ணாடியிலும் 330 கிலோ மீட்டர்கள் விட்ட அளவினை உடையதாய் இருக்கும். ஒரு முழுச் சூரிய அளவிற்கு ஈடான உருவத்தினை நாம் நிலக்கோளில் பெறவிரும்பும்போது வட்டணையில் சுழன்றுவரும் கண்ணாடியின் விட்ட அளவு 330 கிலோ மீட்டர் ஆக இருக்க வேண்டும். கண்ணாடியின்திறமை 0.80 ஆக இருக்கும் போது, ஒரு முழுச் சூரியனை நாம் நிலக்கோளில்



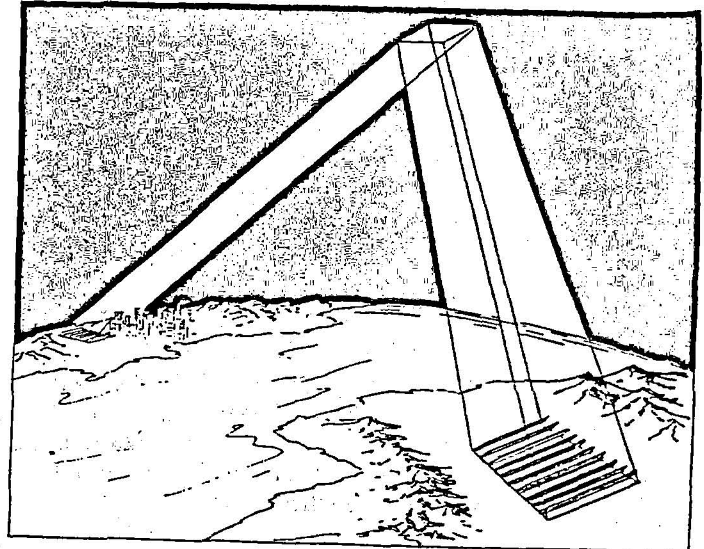
படம் 23. வட்டப்பாதையில் சுழலும் கண்ணாடியின் (24 மணி) அடுத்தடுத்த நிலைகள்

பெறக் கண்ணாடியின் விட்ட அளவு 370 கிலோ மீட்டராக இருக்க வேண்டும். கண்ணாடியின் எதிர்ப லிப்புத் திறனும் அதன் வடிவமும் சரியாக இல்லா மையினால் அதன் திறமை 0.80 எனக் கணக்கில் கொள்ள வேண்டும். படம் 23 பூமியின் வட துருவத்திற்கு மேலமைந்த வட்டணையின் தோற் றத்தைக் காட்டுகின்றது. கண்ணாடியில் சூரிய ஒளிப்படிமத்தைப் பூமியை நோக்கி நிலைநிறுத்த அக்கண்ணாடி 24 மணி நேரத்தில் 180° சுழல வேண்டியுள்ளது. மேலும் கண்ணாடியின் இருபுறமும் எதிர்பலிப்பிற்கு ஏற்றதாய் அமைய வேண்டும். அப்படி அமையாமல் ஒரு புறம் மட்டும் எதிர்பலிப் பிற்குப் பயன்படும்போது மிகவும் வேகமான கூடுதல் 180° சுழற்சியினை, நடுப்பகலிற்குப் பொருத்தமான நிலையில், பூமிக்குக் கீழாகச் செயல்படவைக்க வேண்டும். கண்ணாடியின் உறழ்வைக் (inertia) கருத்தில் கொள்ளும்போது, கண்ணாடியின் இரு புறங்களும் தொடர்ந்த சுழற்சி வீதத்தினைக் (continuous rotation rate) கொண்டிருக்குமாறு பயன்படுத்துவது அவசியம். கண்ணாடியின் இரு பக்கங்களிலும் இயங்குவதற்கு ஏற்றவாறு செயல் விளைவினைக் கொண்ட கண்ணாடியின் வளை வினைச் (effective mirror curvature) சரிசெய்து இயக்கத் தக்கவாறு, கண்ணாடியின் முகப்புக் கூறு களை (facets) அமைத்து இயக்க வேண்டும். போக் கைக் கட்டுப்படுத்தவும் (attitude control) சுழலும் வட்டத்தைச் சீராக்கவும், (orbit trim) ஏவூர்தி உந்துவிசை அமைப்புகளைக் (rocket thrusters) கொண்டதாய் கண்ணாடித் துணைக் கோள் (mirror (satellite) அமைக்கப்படவேண்டும் இக் கண்ணாடித் துணைக்கோளின் மீது தடுமாற்றமுடைய விசையினை (pertur bing force)உண்டாக்குவதாய்ச் சூரிய ஆற்றல் மட்டுமே அமையும். பூமியைச் சுற்றிவரும்போது இத் துணைக் கோளிலுள்ள கண்ணாடியின் மீதான சூரிய ஒளியின் அழுத்தம் 4.9 நியூட்டன்கள்/ சதுர கிலோ மீட்டர் ஆகும். கண்ணாடியானது படும் ஒளிக்கு (incident light) செங்குத்தான நிலையில் இருக்கும் போது, 370 கிலோ மீட்டர் விட்ட அளவுடைய கண்ணாடியில் 5×10^5 நியூட்டன்கள் அளவுள்ள விசையினைச் சூரிய ஒளி வழங்கும். தேவையான வட்ட வளைவுப் பாதையைப் பராமரிப்பதற்கு ஏவூர்தி உந்து விசை அமைப்புகள் (rocket thrusters) தேவைப்படுகின்றன. 24 மணி நேர வட்டச் சுழற்சியில் சராசரிச் சூரிய ஒளி அழுத்தம் (average sun light pressure) 2.5×10^5 நியூட்டன்களாக இருக்கும்போது மிகவும் திறம்பட இயங்கும் ஏவூர்தி உந்துவிசை அமைப்புக்களுக்கு ஆண் டொன்றுக்கு 6×10^7 கிலோ கிராம்கள் அளவு எதிர் வினைப்படும் பொருண்மை (ceartıon mass) தேவை யாகின்றது. இவ்வளவு எரிபொருளும் தாரையாக (jet) வெளியேற்றப்படுகின்றது. இந்த அளவுச் செயற்கைக் கோள் கண்ணாடி எடையில் 1% அளவினையுடையதாகும். மேற்கண்டவாறு விரித் துரைக்கப்பட்ட செயற்கைக் கோளின் எடை 5680×10^6 கிலோகிராம்கள் இருக்குமென மதிப் பிடப்பட்டுள்ளது.

எதிர்பலிக்கப்பட்ட ஒளியினைப் பூமியின் மீது செலுத்தும்போது, மேகங்கள் குறுக்கிடக் கூடிய சாத்தியக் கூறுகள், தேவையாகும் கண்ணாடியின் மிகப்பெரிய அளவு, கட்டுப்பாடுகளின் சிக்கல்கள் போன்ற பல்வேறுபட்ட பிரச்சினையை உண்டாக் கும் பகுதியின் ஆழத்திற்குச் செல்லாமல் இருக்கும் போது, மற்ற வகையைச் சார்ந்த சூரியச் செயற்கைக் கோள்கள் மிகவும் விரும்பத்தக்கவாறு அமையக் கூடும்.

நுண்ணலை ஆற்றல் எதிர்பலிக்கும் அமைப்புகள். எரிச் (Ehricke) என்பவர் நுண்ணலைக் கற்றையைக் கீழ்நோக்கி எதிர்பலிக்கச் செய்யும் அமைப்பைப் பற்றி எடுத்துக் கூறினார். தரையிலமைந்த மின் திறன் நிலையத்தினால் ஆற்றலூட்டப்பட்ட நுண் ணலை செலுத்தும் கருவிக்கும் (microwave transmitter) இந்த ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் புள்ளியி லமைந்த நுண்ணலையைப் பெறும் கருவிக்கும் இடையில் துணைக்கோளில் எதிர்பலிக்கும் அமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நுண்ணலைக் கற்றையால் ஆற்றல் மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. (காண்க படம் 24) இதனால் பல நன்மைகளைப் பெற இயலும்.

1) மிகுந்த அளவுச் சூரிய ஆற்றல் பகுதிகளின் முதன்மையான இடங்களாக அமெரிக்க ஒன்றிய



படம் 24. நுண்ணலை ஆற்றல் உணர்த்திச் செயற்கைக் கோள்

நாடுகளின் தென்மேற்குப் பகுதி, மெச்சிகோவின் வட மேற்குப் பகுதி, அர்ஜென்ட்டினா, ஆஸ்த்திரேலியா, இந்தியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, மையக் கிழக்குநாடுகள் அமைந்துள்ளன. இத்தகைய பகுதிகளிலிருந்து பெற்ற ஆற்றலை(படம் 24,பக்கம் 39) நுண்ணலை ஆற்றல் உணர்த்திச் செயற்கைக் கோள்வழி நெடுந்தொலை விலமைந்த மைய இடங்களுக்குச் செயற்கைக் கோள் மூலமாக வழங்கலாம். இத்தகைய இடங்கள் கடல் களாகவும், மலைத் தொடர்களாகவும் கூட அமையலாம்.

இதற்குத் தேவையான செயற்கைக்கோள் குறைந்த எடையினைக் கொண்டதாய் அதன் எடை பலநூறு ஆயிரம் கிலோ கிராம் அளவில் இருக்கும்.

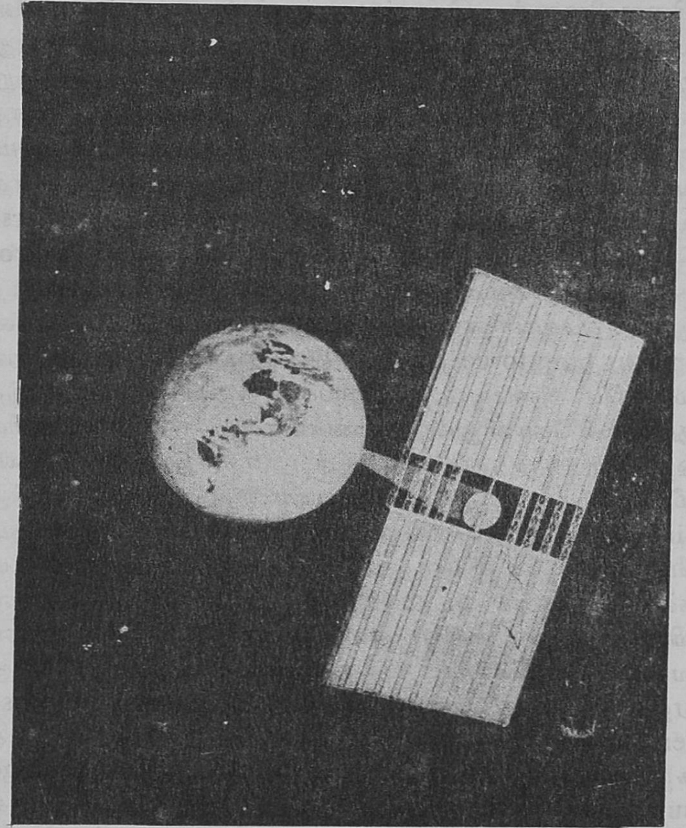
மேகங்கள் வழியாகவும், மழையின்போதும் இந்நுண்ணலைக் கற்றை செல்லும்போது அது மிக வும் குறைந்த அளவே மெல்லியதாக்கப்படுகின்றது.

ஆற்றல் ஆக்கம் செய்யும் கூறுகள் தரையை அடிப்படையாகக் கொண்டன.

வட்டணைக் கூறுகள் மறைக்கப்படும்போது இயக்கம் நின்று போவதில்லை.

இடையில் செயல்படும் செயற்கைக் கோள்(relay satellite) நுண்ணலையைச் செலுத்தும் கருவியின் (transmitter)வயற்பகுதிக்குத் தொலைவில் அமைக்கப் படலாம்,இதற்கு இருபருமானமுடைய(தட்டையான) எதிர்பலிக்கும் அமைப்பினைப் பயன்படுத்தலாம். இதற்கான பரப்பு, உலோகத் தகட்டினைக் (metallic sheet) கொண்டதாய் இருக்கலாம். ஒரு கம்பி வலை யின் (wire mesh) இடைவெளியளவு 2 மில்லி மீட்டர் கள் இருந்தால், அக்கம்பி வலையினையே உலோகத் தகடாகப் பயன்படுத்தலாம். அத்தகைய கம்பி வலையை அலுமினியத்தால் ஆக்கும்போது அது மிகக் குறைந்த எடையான 48,000 கிலோ கிராம்கள்/ சதுர கிலோ மீட்டர் எடையும் சீசியத்தால் ஆக்கப் படும்போது, 32,000 கிலோ கிராம்/சதுர கிலோ மீட்டர் எடையும் கொண்டதாய் இருக்கும். இடை யில் செயல்படும் செயற்கைக்கோளின் (relay satellite) வட்டணைச் சுழற்சியினை ஒழுங்குபடுத்தவும் (orbit trim) அதன் போக்கினைக் கட்டுப்படுத்தவும் (attitude control) செயற்கைக்கோள், உந்து விசை அமைப் புகளைக் (thrusters) கொண்டதாய் இருக்கவேண்டும். செலுத்தப்படும் நுண்ணலை ஆற்றல் கற்றையிலுள்ள மின் திறனைச் செயற்கைக் கோளில் அமைந்த உணர் சட்டங்களால் திருத்தப்பட்டு (rectifying antenna) ஏவூர்தி உந்து விசை அமைப்புக்களுக்குத் தேவைப் படும் மின்திறன் வழங்கப்பெறுகின்றது. எதிர் பலிக்கும் வகையிலுள்ள (reflector mesh) இடை வெளிகளின் வழியாக, படும் சூரிய ஒளி வெளிவிடப் படுகின்றது, ஆனால், நுண்ணலைக் கற்றை மட்டும் நீண்ட அலைநீளத்தைக் கொண்டதாய் அமைவ தால் அது கீழ்நோக்கித் திருப்பி அனுப்பப்படு கின்றது. இதன் விளைவாக, எதிர்பலிக்கும் துணைக் கோளானது, சூரிய ஒளியிலிருந்து பெறும் தள்ளு விசையைக் காட்டிலும், நுண்ணலைக் கற்றையின் வழியாக மிகுந்த அளவில் தள்ளுவிசையைப் பெறு கின்றது.

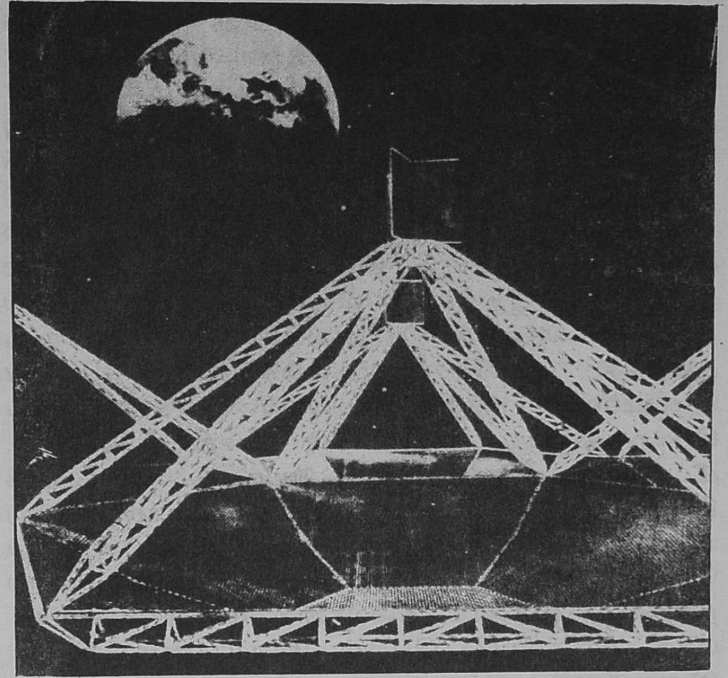
வட்டணையில் மின் ஆக்கம். (on orbit power generation) பெரிய வட்டணையில் சுழலும் பெரிய (நிலத்தில் மின் ஆக்க அளவு 5 இலிருந்து 10 கிகா வாட்டுகள்) நிலையங்கள் சூரிய மின்கலங்களைப் பயன்படுத்திச் சூரிய ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றம் செய்கின்றன. இந்நிலையத்தில் உண்டாக் கப்பட்ட ஆற்றல் நுண்ணலைக் கற்றையாகப் (micro wave beam) பூமிக்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. அத் தகைய நிலையம் படம் 25 இல் காட்டப்பட்டுள் ளது. செயற்கைக் கோளின் போக்கினைக் கட்டுப் படுத்தும் அமைப்பின் மூல மாக, சூரிய மின்கல வரிசைகள் சூரியனை எதிர்நோக்குமாறு அமைக் கப்பட்டுள்ளன. இதேபோன்று நுண்ணலையைச்



படம் 25. ஒளி மின்னழுத்த முறையில் சூரிய ஆற்றலை மின் சாரமாக மாற்றம் செய்யும் ஒழுங்காக அமைக்கப்பட்ட இரு சூரிய ஆற்றல் திரட்டிகளைப் பயன்படுத்தும் துணைக்கோள் சூரியமின் திறன் நிலையத்தின் கருத்தியலான வடிவமைப்பு.

செலுத்தும் உணர் சட்டங்கள் (transmitting antenna) எப்பொழுதும் தொடர்ந்து, தரையி லுள்ள இந்நுண்ணலையைப் பெறும் நிலையத்தை எதிர்நோக்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் காரணமாக, நுண்ணலையைச் செலுத்தும் உணர் சட்டங்களை (antenna) வளைய இணைப்புக்களின் மீது (gimbal joints) பொருத்த வேண்டியதாகின்றது. இருபெரும் வரிசையில் அமைந்த பகுதிகளை இணைக் கும் கட்டமைப்புச் சட்டத்தின் வழியாக நுண்ண லைக் கற்றையைச் செலுத்துவதற்கேற்றவாறு உலோ கயல்லாத பொருளால் இக்கட்டமைபுச் சட்டம் ஆக் கப்பட்டுள்ளது. மின்கல வரிசைகளுக்கான (cell arrays) செலவினையும் எடையினையும் குறைப்பதற் காக, சமதளக் கண்ணாடிகளை (plane mirrors) அமைத்து அவற்றின் மேல்படும் சூரிய ஒளிக்கற்றை செறிவூட்டப்படுகின்றது. மின்கலம் வெப்பம் அடைவ தனால் அதன் திறமை குறையாதிருக்குமாறு தடுப் பதற்குச் செறிவூட்ட விகிதம் (concentration ratio) 2 இன் அளவிற்கு அமையுமாறு கட்டுப்படுத் தப்படுகின்றது. இவ்வகையைச் சார்ந்த செறிவூட் டும் கண்ணாடிகள் (concentrating mirrors) உயர்ந்த எதிர்பலிக்கும் திறனைக் (reflectivity) கொண்டவை யாயும், முழுதும் தட்டையாக இருக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லாதவாறும் இருக்கலாம். இழுப்பு விசை யைக் கொண்ட அலுமினியம் கலந்த நெகிழி மென் படலம் (aluminized plastic film) இதற்குப் போது மானதாகும். இத்தகைய அமைப்பின் வெற்றி சூரிய மின்கலத் தொழில் நுட்பத்தின் முன்னேற்றத்தையும், கூடுதலான திறமையையும் (efficiency) பெரும் அள வில் உற்பத்தி செய்வதால் குறைந்த செலவினையும் வட்டணைச் சுழற்சிக்காகப் பொருள்கள் கொண்டு செல்வதற்காகும் குறைந்த செலவையும் சார்ந்து அமையும்.

இதற்கு மாறாக, ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் முறையில், வட்டணையில் சுழன்றுவரும் நிலையங் களுக்குப் பதிலாக, வெப்பப் பொறிகளைப் (thermal engines) பயன்படுத்துவது பரிந்துரைக் கப்பட்டுள்ளது. இதன் தத்துவம் யாதெனில், முகக் கூறினைக் கொண்ட எதிர்பலிக்கும் அமைப்பானது (faceted reflector) தான் பெற்ற சூரிய ஆற்றலை, சூரிய உட்கவரும் குழிக்குள் (cavity absorber) செறிவூட்டுகின்றது. வேலை செய்யும் நீர்மம் (working fluid) (வேதியியல் மாற்றத்தில் செயல்படாத வளிமம் அல்லது வளிமங்கள்) இந்தமின் ஆற்றல் ஆக்கியைச் (electric generator) சுழல வைக் கும் வெப்பப் பொறிக்குப் பரிமாற்றம் செய்கின்றது. சுருங்கக்கூறின் இவ்வமைப்பு முன்னரே விவரிக்கப் பட்ட சூரியக் கோபுரத் திரட்டி அமைப்பில் கூறப் பட்ட கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டே இயங் குகின்றது. ஆனால் இந்நிலையம் பூமியில் இருப்ப தற்குப் பதிலாக விண்வெளி வட்டணையில் சுழன்று வருகின்றது (காண்க, படம் 26).



படம் 26. உட்குழிவில் சூரிய ஆற்றலை உட்கவரும் திறன் செயற்கைக்கோள்

இத்துணைக் கோள் பிரேட்டன் எந்திரச் சுழற்சியைப் பயன்படுத்துகின்றது. வட்டணைச் சுழற்சியில் உண்டாக்கப்பட்ட மின் ஆற்றல் நிலக்கோளுக்குச் செலுத்துவதற்காக அதுநுண்ணலை ஆற்றலாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது.

முன்னேற்றமடைந்த அணுக்கரு மின்நிலையங்கள் (nuclear power plants) சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலை மாசு றுதல் காரணமாய்ப் பூமியின் மேல் அமைப்பதற்கு ஏற்புடையவையாய் இல்லாமல் இருப்பின் இந்நிலை யங்களை விண்வெளியில் பூமியும் துணைக்கோளும் ஒரே காலத்தில் இயங்கும் வட்டணையில் (geosynchronous orbit) எத்தகைய தடையுமின்றி இயக்கலாம். குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் மனிதர்களையும் பொருள்களையும் கொண்டு செல்லும் ஒரு துணை விண் வெளிக் கலத்தின் வழியாகப் பூமியிலிருந்து அந்நிலையத்திற்கு எடுத்துச் சென்று எரிபொருளூட் டம் செய்யலாம்.

நுண்ணலை முறை ஆற்றல் இட மாற்றம் (microwave energy transfer). இத்தலைப்பினைப் பற்றி முதற்கண் டெஸ்லா (Tesla) என்பவரும், பின்னர் பிரௌன், கோபா (Brown and Goubau) என்பவர்களும் ஆராய்ந்தனர். வட்டணையில் சுழன்று வரும் ஒரு மின் நிலையத்தில், நிலையத்தின் மின்திறன், நுண்ணலைகளாக (microwave) இட மாற்றம் செய்யப்பட்டு நுண்ணலையைச் **செலுத்தும்**

சட்டங்கள் (antennas) வழியாகக் கற்றையாக மாற்றப்படுகின்றது. இக்கற்றையானது 35000கிலோ மீட்டர் விண்வெளி இடைவெளியினைக் (space gap) கடந்து, வளிமண்டலததைக் கடந்து, நிலக்கோளத் தரை நிலையத்தை நோக்கி வந்தடையும்போது நேர் மின் திறனாகவோ (d.c) அல்லது மாறு மின் திறனா கவோ (a.c) மாற்றம் செய்யப்பட்டுத் திறன் பகிர்வு அமைப்புடன் (power distribution system) இணைக் கப்படும். எந்த அலைவெண்ணைக் (frequency) கொண்ட கதிர் வீச்சு அலைவெண் ஆற்றலும் விண்வெளி இடைவெளியைக் கடக்கும். (space gap) ஆனால் இந்தக் கதிர்வீச்சு அலைவெண் ஆற்றல் வளிமண்டலத்தைக் (atmosphere) கடக்கும்போது, குறைந்த அளவில் மட்டுப்படுத்தப்படுவது (low attenuation) தகுந்த அலைவெண் தேர்வினைப் பொறுத்திருக்கும். அலையின் நீளத்தை 5 சென்டி மீட்டர் அளவிற்கும் மேலாக உயர்த்தும்போது, ஆக் சிஜன் உட்கவரப் பெறுதல் (oxygen absorption) மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உள்ளது. 10 சென்டி மீட்டர் அளவிற்கும் குறைந்த அலை நீளத்தைக் கொண்ட அலைகளில், மழையின் காரண மாக, உட்கவரப் பெறும் இழப்புகளும், சிதறல் இழப்புகளும் (absorption and scattering losses) வேகமாக உயருகின்றன. இவ்விளைவுகளுக்கு ஏற் புடைய ஓர் அலைநீளத்தை (wave length) நாம் தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும். தற்போது ஏற்கப்படும் அலை யின் நீளம் 10 சென்டி மீட்டர் ஆகும். (அலைவெண் = 10 கிகா சுழற்சிகள் GH) தொகு ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் 77% திறமை கொண்ட அமைப்பின் இறுதி யான திறமைகள் (efficiencies) நுண்ணலை ஆக்கத் திற்கு 0.90 என்றும், கற்றை உருவாக்கப்படுவதற்கும் விண்வெளிச் செலுத்தத்திற்கும் 0.95 என்றும், திரட்டுவதற்கும் மாற்றி அமைப்பதற்கும் (collection and rectification) 0.90 என்றும், கணக்கிட்டுக் கூறப்பட்டுள்ளன. ஓர் இடைமாற்றீட்டுச் செயற்கைக் கோளைப் (relay satellite) பயன்படுத்தும்போது இரண்டு தடவையாக இக்கற்றை வானவெளியில் செல்லுவதாலும், எதிர்பலிக்கும் அமைப்பின் குறை பாடுகளாலும், இச் செலுத்தும் திறமையை 0.60க்கும் அல்லது அதற்குக் குறைவாகவும் கட்டுப் படுத்தும்.

லேசர் முறை ஆற்றல் செலுத்தம் (laser energy transmission). ஒளிமிகைக்கப்பட்டுச் செயல் விரைவு படுத்தப்பட்டு வெளிவிடும் கதிர்வீச்சு (லேசர்) அமைப்புகளை விண்வெளியிலிருந்து தரைக்கான (space-to-ground) ஆற்றல் இணைப்பாகப் பயன் படுத்துவதை ஆராய வேண்டியது தேவையா கின்றது. தற்போது நடைமுறையில் லேசர்க் கற்றை யினைப் பெற்று ஆற்றலாக மாற்றம் செய்வது ஆராயப்படவில்லை. ஆனால் அதற்குப் பதிலாக லேசர்க்கற்றையினை வெப்பத்தை உட்கவரும் அமைப் பின் (thermal absorber) (குழித்தொகுதியாகவும் இருக்கலாம்) மீது செலுத்தும்போது, இவ்வமைப் பானது ஒரு வெப்பப் பொறிக்கான(thermal engine) வெப்பமூட்டும் அணியாகச் (heating unit) செயல் படுகின்றது. லேசர்க் கற்றையினைப் பெறுவதற் கான மதிப்பிடப்பட்ட திறமை (estimated efficiency of reception) அளவு 35% நுண்ணலையை மாற்றம் செய்யும் உணர் சட்டத்தின் (microwave rectifying antenna) மாற்றம் செய்விக்கும் திறமை (conversion efficiency) அளவான 80 இலிருந்து 90% அளவுடன் ஒப்பிடும்போது மிகவும் குறைந்த அள வேயாகும். இக்கற்றை மிகவும் ஆபத்தானது. மேலும் மேகக்கூட்டங்கள், மொத்தமாகவோ பகுதி அளவிலோ, இச்செலுத்தங்களைத் தடைசெய்யும்.

செயற்கைக் கோளின் அளவு. திறன் செயற்கைக் கோளின் (power satellite) எடையினையும் அளவினை யும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, இச் செயற்கைக் கோள் அமைப்புகளை இனிவரும் குறுகிய காலத்தில் செலுத்திப் பயன்பெறுவது இயலாது. 1950ஆம் ஆண் டின் பிற்பட்ட காலத்தில் ஏவப்பட்ட செயற்கைக் கோள் அமைப்புகள் சில பத்துக் கிலோகிராம்கள் எடையினைக் கொண்டிருந்தன. அப்பல்லோவும் விண்வெளி ஆய்வுக் கூடத்திற்கான (apollo and sky lab) விசையளித்து விடுபடும் துணை உந்து கலங்களும் (boosters) ஆயிரக் கணக்கான கிலோ கிராம்கள் எடையுள்ள சுமைகளைக் (pay loads) கொண்டு செலுத்தின. ஆனால் திறன்-செயற்கைக் கோள்கள் பலமில்லியன் கிலோகிராம் எடையினைக் கொண்டிருக்கும். செயற்கைக் கோள் களைச் செலுத்து வதற்கான குறைந்த செலவானது மற்ற வகைத் தொழில் நுட்பப் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதுடன் இணைக்கப்பட வேண்டும்.

காற்றின் ஆற்றல் (wind energy). மின் திறன் வழி யாகப் புவி மீது வீசும் காற்றுக்களை ஆராய்ந்தால் மின் திறன் ஆக்கமானது காற்றின் வேகத்தின் மும் மடிக்கு (cube of wind speed) நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது எனப் புலனாகிறது. காற்றின் இயங்கு ஆற்றலிலிருந்து (kinetic energy) இதன் பலனை நேரடியாகப் பெறலாம். காற்றின் பொருண்மை m ஆகவும், அதன் விரைவு v ஆகவும் அதன் அடர்த்தி ρ ஆகவும் கொண்டால் இக்காற்றா னது வழக்கமான கிடைநிலை அச்சினைக் கொண்ட காற்றுச் சுழலியில் ஓர் அலகு நேரத்தில் A பரப்பில் செல்லும்போது கொண்டு செல்லப்படும் காற்றின் பொருண்மை ρAV ஆகும். இக் காற்றுப் பொருண்மையின் இயங்கு ஆற்றல் கீழ்க்காணுமாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இயங்கு ஆற்றல் $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho AV^3$. 1919 ஆம் ஆண்டில் பெட்ஸ் என்பவர் கருத்தியல் ஆய்வில், காற்றிலிருந்து பெறத்தக்க

உச்ச பின்ன அளவு இயங்கு ஆற்றல் 16/17 அல்லது 0.593 ஆகும் எனக் கண்டறிந்தார்.

எனவே, கருத்தியலான உச்ச ஆற்றல் ஆக்கம் $= 0.297\ \rho AV^3$ ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் முறையானது ஆற்றல் குறைவாக்கத்திற்குத் (power reductions) துணை செய்கிறது. இது காற்றுச் சுழலி (wind turbine) அல்லது காற்று ஆற்றலின்வழி மின் ஆக்கி (aero generator) வகையைச் சார்ந்து மாறுபடும். ஆற்றல் மாற்றத்தினால் ஏற்படும் ஆற்றல் குறைவாக்கம் கருத்து வடிவான உச்ச சக்தி ஆக்கத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கு ஆகும். இவ்வாறாகக் கிடைக்கக்கூடிய ஆற்றல் வெளிப்பாடு

$$= \left(\tfrac{2}{3}\right) 0.297\ \rho AV^3 \approx 0.2\ \rho AV^3$$

சுற்றக அமைப்பின் (rotor system) அலகுகளின் (blades) விட்டம் D ஆனால் மேற்கண்ட சமன்பாட்டினைக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம். கிடைக்கக் கூடிய ஆற்றல் வெளியீடு

$$\approx 0.05\ \pi\ \rho\ D^2\ V^3$$

கொடுக்கப்பட்ட காற்றின் வேகத்திற்குக் கிடைக்கும் ஆற்றல் சுற்றகத்தின் விட்டத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது. வரையறுக்கப்பட வேண்டிய கூடுதல் இனங்களாவன.

திறன்கெழு (power coefficient)

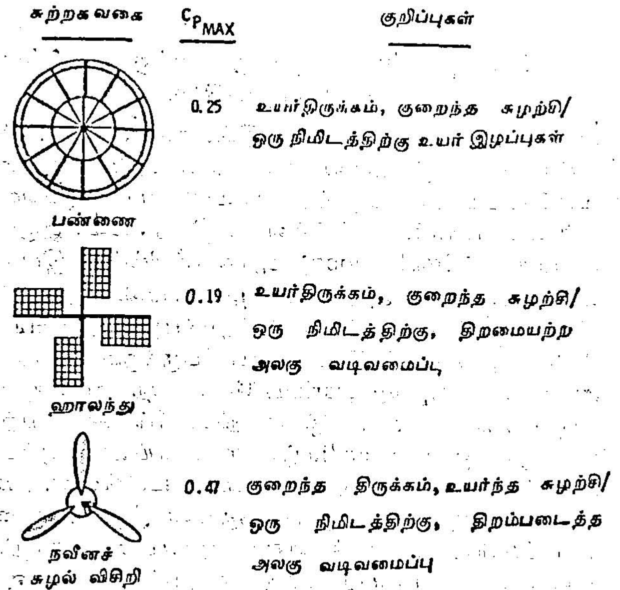
$$C_p = \frac{\text{காற்றுச் சுழலியின் ஆற்றல் வெளியீடு}}{\frac{1}{2}\ \rho\ A\ V^3}$$

ஒட்டுமொத்தமான திறன்கெழு,

$$C_{op} = \frac{\text{மின் ஆக்கி ஆற்றல் வெளியீடு}}{\frac{1}{2}\ \rho AV^3}$$

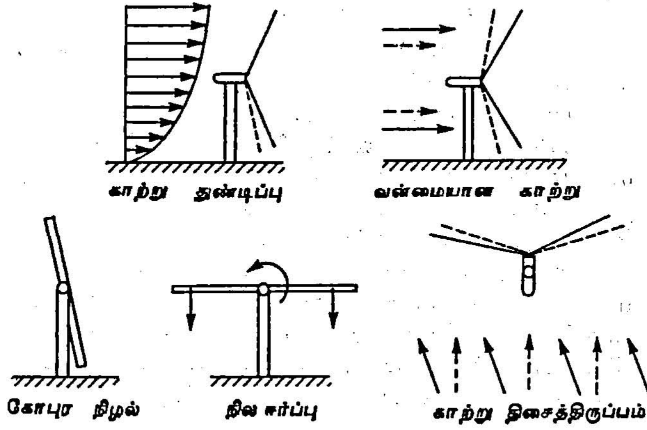
இவ்வாறாக Cop கெழு, செலுத்தம், மின் ஆக்கியின் திறமையின்மை ஆகியவற்றைச் சேர்த்துக் காட்டக் கூடியதாகும். காற்றாலை (wind mill) என்ற சொற்றொடர் பல நூற்றாண்டுகளாக, காற்றிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறும் சாதனத்தின் கூட்டமைப்பினைக் குறிப்பதாகவே இருந்தது. இதற்கான தற்காலச் சொற்றொடர்களாகக் காற்றுச் சுழலி மின்ஆக்கிகள் (wind turbine generators காற்று மின் ஆக்கிகள் (aero generators) ஆகியன அமைகின்றன.

காற்று ஆற்றலால் மின் ஆக்கிகளை வரையளவுக் கொள்ளளவுப்படி வகைப்படுத்துதல் (classification by rated capacity) வசதியாக அமைகின்றது. அவையாவன: சிறியது - 0 முதல் 9 கிலோவாட்டுகள் வரையும், இடைப்பட்டது 10 முதல் 99 கிலோவாட்டுகள் வரையும், பெரியது 100 முதல் 3000 கிலோவாட்டுகள் வரையும் (0.1 முதல் 3 மெகா வாட்டுகள்) அமைகின்றன. பல நாடுகளில் வீடுகளுக்கும் பண்ணைகளுக்கும் தேவையான மின் திறனை வழங்குவதற்குச் சிறிய அணிகள் உருவாக்கப்பட்டன. தனிமைப்பட்ட பகுதிகளில் மின்திறன் கிடைக்காதபோது சிறிய வெளியீட்டு அளவினைக் கொண்ட காற்று மின் ஆக்கம் செய்யும் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதேபோன்று புதைபடிவு, அணுக்கரு எரிபொருள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தும் நிலையங்களிலிருந்து (fossil and nuclear fueled plants) பெறும் ஆற்றலைச் சார்ந்திருப்பதைக் குறைப்பதற்கும் காற்று ஆற்றல் மின் ஆக்கி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இடைப்பட்ட காற்று ஆற்றலால் மின்ஆக்கம் செய்யும் கருவிகளின் வடிவமைப்பில் மிகுந்த அளவில் கவனம் செலுத்தப்படவில்லை. பெரிய அளவிலான காற்றுஆற்றலால் மின் ஆக்கம் செய்யும் கருவிகளின் வடிவமைப்பிலேயே இந்நாள் வரை கவனம் செலுத்தப்பட்டு வந்தது.



படம் 27. மூன்றுவகைக்கிடைநிலைச்சுற்றகங்களிலிருந்து திறனைப்பெறுதல்

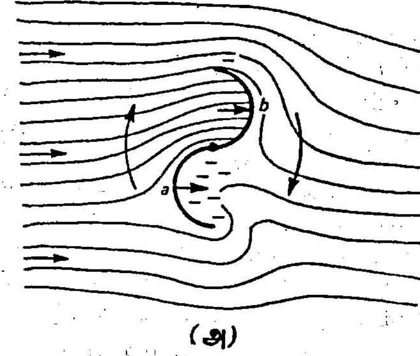
கிடைநிலை அச்சுடைய சுற்றகங்கள். செயற்பாட்டில் நன்கு நிலைநிறுத்தப்பட்ட மூன்று வகைகள் படம் 27 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. காற்றாலைச் சுழலியுடன் பயன்படுத்தும் முற்செலுத்தியில் (propeller) அச்சுத் தண்டின் சுழற்சி வீதத்தைக் (rate of shaft rotation) கட்டுப்படுத்தி உச்சத் திறமையைப் பெறுவதற்கு வேறுபடும்இடைவெளிகளைக்கொண்ட அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மற்றவகைகளில் எளிதில் கையாளத்தக்க காற்றினால் இயக்கப்படும் இறக்கைகளைக் (sail wing) கொண்ட சுழற் பகுதியும், 48 மெல்லிய குறுகிய அலகுகளைக் (blades) கொண்ட வட்ட வரிசை அமைப்பைக் கொண்ட



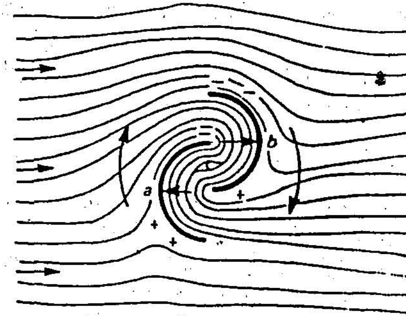
படம் 28. சுற்றகங்களை இயங்குசுமைக்கு உட்படுத்தும் பல்வேறு கூறுபாடுகள்

வடிவமைப்பும் அடங்கும். இவ்வலகுகளைச் சூழ்ந்துள்ள வட்ட இரும்பு வளையத்தினால் இழுப்பு விசை வழங்கப்படலால் அழுத்தமுடையவையாய் இவ்வலகுகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த வட்ட இரும்பு வளையம் (circular hoop) அதன் விளிம்பில் இயங்கி உயர் வேகத்தில் அதனைச் சுழலவைக்கின்றது. இதனால் மின் ஆக்கியின் அச்சுத் தண்டிற்கு (generator shaft) அதன் சுழல் வேகத்தைப் பெருக்கும் பற்சக்கர அமைப்பு, (step up gearing) தேவையற்றதாகின்றது. சுற்றகங்களை (rotors) இயக்க நிலையில் சுமையேற்றுவதற்குக் (dynamic loading) காரணமாய் அமையும் பல்வேறுகூறுகள் படம்28இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அலகுகள் வளையத் தக்கவாறு குடத்துடன் (hub) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய அமைப்பு, காற்றின் திசைக்கு ஏற்றவாறு அலகுகள் முன்னும் பின்னும் நகர விடுகின்றது. இத்தகைய முன்பின்னாக நகரும் இயக்கத்திற்கு இறக்கையடித்தல் (flapping) எனப்பெயர். அலகுகளைக் காற்றினால் தூக்கும் இயக்கத்தின் (lifting action) ஒருங்கிணைந்த செயற்பாட்டினால் கிடைநிலை அச்சினைக் கொண்ட சுற்றகங்களின் அலகுகள் (blades of the horizontal axis rotors) சுழற்றப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக வேக விகிதம் (speed ration) உயர் அளவை அடைந்து (அலகின் முனை வேகத்திற்கும் காற்றின் வேகத்திற்கும் உள்ள விகிதம்) அதன் மதிப்பு 12, ஆகின்றது. இந்தப் பெரிய அளவுள்ள வேக விகிதங்களில் காற்றுச் சுழலியின்(wind tubine) திறமை (efficiency) உயருகின்றது.

குத்து நிலை அச்சினைக் கொண்ட சுற்றகங்கள். மிகவும் தெரிந்த குத்து நிலை அச்சுச் சுற்றகம்



(அ)



(ஆ)

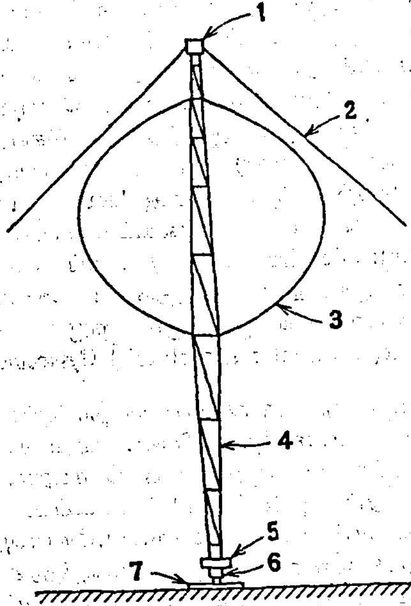
படம் 29. இருபாதியாக்கப்பட்ட உருளைகளின் மீது காற்றின் அழுத்தமும் அதைச் சுற்றிக் காற்றுப் பாய்வும்

(அ) காற்றுக்கு எதிராக அ என்ற பாதி உருளை நகரும் போது, அதன் பின்புறமாக குறைந்த அழுத்தம் உண்டாகின்றது.

(ஆ) இருபாதியாக்கப்பட்ட உருளைகளுக்கு இடையில் அமைந்தகாற்றுச் செலுத்தம், அ என்ற பாதி உருளைக்குப் பின்புறமாக அழுத்தத்தை உயர்த்துகின்றது. இதனால், காற்று செல்லாது இருக்கும்போது உண்டாகும் திருக்கத்தைப் போன்று மும்மடங்கு பெரிய திருக்கம் கிடைக்கின்றது.

குத்து நிலை அச்சுக்களைக் கொண்ட இரண்டு ஒருமித்த பாதியாக்கப்பட்ட உருளைகளால் (hemi cylinders) ஆக்கப்பட்டதாகும். அத்தகைய இரு பாதியாக்கப்பட்ட உருளைகளைச் சூழ்ந்த காற்றுப் பாய்வின் அமைப்பும், காற்றின் அழுத்தமும் படம் 29 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. கிளெமின் என்பவர் விரித்துரைத்தவாறு படம் 29 (அ) இல் காட்டியுள்ளபடி அமைப்பு இருக்கும்போது, காற்றின் எதிராகப் பாதியாக்கப்பட்ட உருளை 'அ' செல்லும்போது அப்பாதியாக்கப்பட்ட உருளையின் பின்புறத்தில் குறைந்த அழுத்தம் உண்டாகித் திருக்கத்தைக்(torque) குறைக்கின்றது. இவ்விரு பாதியாக்கப்பட்ட உருளைகளுக்கிடையில், படம் 29 (ஆ) இல் காட்டியுள்ளவாறு காற்றுச் செல்வதற்கான இடைவெளி அமையும்

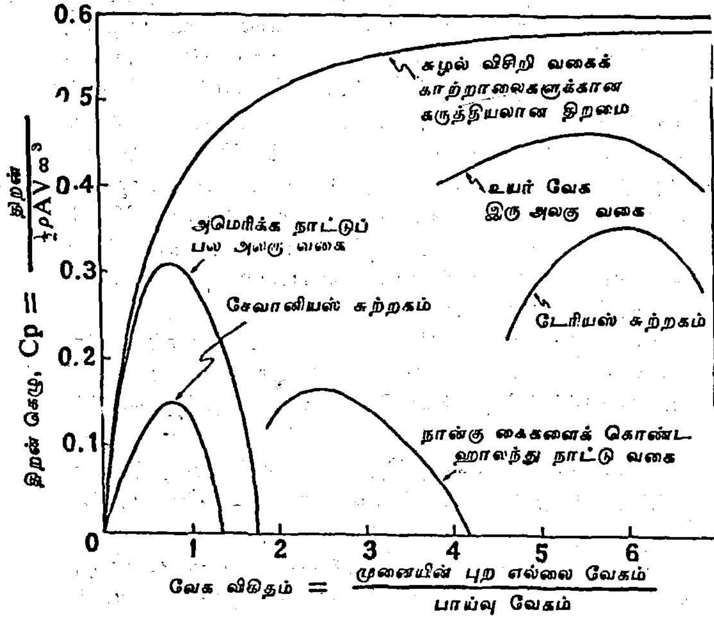
போது, பாதியாக்கப்பட்ட உருளை a இன் பின்புறக் காற்றழுத்தம் குறைவதற்குப் பதிலாக அதிகமாக்கப் பட்டு, அதன் விளைவாகக் கிடைக்கும் திருக்கம், காற்றுச் செலுத்தம் இல்லாதபோது கிடைக்கும் திருக் கத்தைப் போன்று மும்மடங்காக இருக்கும். இந்தக் குத்துநிலை அச்சினைக் கொண்ட சுற்றகம் பின் லாந்து நாட்டுப் பொறிஞரான சேவானியஸ் (Savonius) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டுப் பேரளவில் சிறிய காற்றுத் திறன் அமைப்புக்களில் (wind power installations) பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது.



படம் 30. சவுத், ரங்கி என்பவர்களால் உருவாக்கப்பட்ட கருத்தியலான அச்சினைக் கொண்ட சுற்றகம்.

1. மேற்புறத் தாங்கி 2. சமநிலை வட இழுத்து நிறுத்தும் கம்பி 3. சுழற்பகுதி அலகு 4. சுழலும் தூண் 5. உருளை 6. கீழ்ப்புறத் தாங்கி 7. அடித்தட்டு

பிரான்சு நாட்டுப் பொறிஞரான டேரியஸ் (Darrieus) என்பவர், 1931 ஆம் ஆண்டு, மற்றொரு குத்துநிலை அச்சினைக் கொண்ட சுற்றகத்தை வடி வமைத்தார். சவுத், ரங்கி (South and Rangi) என்பவர் களால் 1971 ஆம் ஆண்டிலும் 1972 ஆம் ஆண்டி லும் உருவாக்கப்பட்ட புதிய வடிவமைப்பு, படம் 30 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வளையத்தக்க உலோகப் பட்டைகள் கயிற்று வளைவில் (catenary) வளைந்து அவை சுழலும்போது தூக்கும் முறையில் (lifting mode) செயல்படுகின்றன. இதனால் கொடுக்கப்பட்ட காற்றின் வேகத்திற்கு, தொகுதி மிகவும் வேகமாகச் சுழன்று சேவானியஸ் சுற்றகத்தைக் காட்டிலும் திறம்படைத்ததாய் உள்ளது. எனினும் டேரியஸ் சுற்றகம். வேகமான காற்றுகள் வீசும் போது கூடத் தன்னியல்பாகச் சுழலக் கூடியதாய் இல்லை.



படம் 31. வேறுபட்ட சுற்றக அமைப்புகளின் செயல் திறப் பண்புகள்

படம் 31 இல் பல்வேறுபட்ட சுற்றக வடிவமைப்பு களின் செயற்படும் பண்புகள் வில்சன், லிசாமேன் என்பவர்களால் 1974 ஆம் ஆண்டில் எடுத்துக் கூறப்பட்டவாறு காட்டப்பட்டுள்ளன. இந்த ஆய்வி லிருந்து தற்போது கிடைக்கும் வகைகளில், இரட்டை அலகு வகையைச் (two blade type) சார்ந்த சுற்றகம் மிகவும் திறம்படைத்ததாய் உள்ளது என்று தெரி கிறது. மற்ற ஆய்வுகளும் மேற்கூறியவற்றையே உறுதி செய்கின்றன.

செலுத்தங்கள். பெரிய காற்றுச்சுழலி மின்ஆக் கிகள், இவற்றின் இயங்கக் கூடிய திறனில் இயங்கும் போது அவை சுழலும் வீதத்தினை, சுற்றக அல குகளின் இடைவெளிகளை மாற்றம் செய்து விரும் பத்தக்கவாறு கட்டுப்படுத்தலாம். ஆனால் இத்தகைய இயக்கத்தினால் சுழலும் வீதம் மிகவும் குறைவடை கின்றது. ஒரு நிமிடத்திற்கு 40 இலிருந்து 50 சுழற்சி கள், மின்ஆக்கியின் பெரிதும் உகந்த மின் வெளியீட்டு அளவிற்குப் பேரளவில் தேவையாய் இருப்பதால் ஒரு நிமிடத்திற்கு 1800 சுழற்சிகள், அளவுக்குக் குறைந்த சுற்றகச் சுழலும் வீதத்தினை (low rotor rate of turning) உயர்த்துவது தேவையாகின்றது. இத்தகைய செலுத்தத்தினைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது நிலைத்த விகிதம் உடைய வேகத்தைப் பெருக்கும் பற்சக்கர அமைப் பினைக்(fixed ratio gear) கொண்ட எந்திர வகை

அமைப்புகள் (mechanical systems), வார்ப்பட்டைகள் (belts), ஒன்று அல்லது பல சங்கிலிகள் (chains) நீர்ம எக்கிகளைக் கொண்ட நீரியல் அமைப்புகள், (hydraulic systems), மின்னோடிகள் ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். மிகவும் உயரத்தில் அமைக்கப்பட்ட சாதனத்தில் உயர் திறமை காரணமாய் அதற்காகும் செலவு தெரிந்திருக்கும்போதும், அமைப்புச் செயல்படும் பொறுப்பு குறைவாக உள்ளபோதும் நிலைத்த விகிதம் உடைய பற்சக்கர அமைப்பினைப் பயன்படுத்தப் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றது. அடிப்புறத்தில் அமைக்கப்படும் சாதனங்களில் செங்கோணச் செலுத்தம் (right angle drive) தேவையாய் உள்ளதால் அதிக விட்டமுள்ள உராய்வுத் தாங்கிகளைப் (bearings) பயன்படுத்திச்செலுத்தச் செலவுகளை மிகுந்தஅளவில் குறைக்கலாம். சுற்றகத்தின் வேகத்தை (rotor speed) மின்ஆக்கியின் வேகத்திற்கு உயர்த்துவதற்கான செலுத்தத்திற்குப் பயன்படுமாறு குடத்தின் (hub) மேல்வளையப் பற்சக்கரம் (ring gear) ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வடிவமைப்பினை உயர்ந்த தரத்தில் கையாளுவதற்கு ஏற்றவாறு அதனால் பேரளவு ஆற்றல் தேக்கத்திற்கு இத்தகைய இணைப்பு உதவுகிறது.

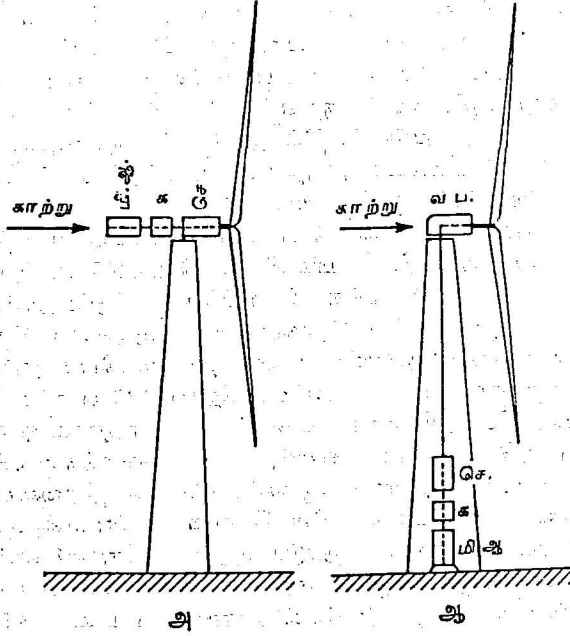
மின்ஆக்கிகள் (generators). நிலைத்த வேகத்தினைக் கொண்ட அல்லது வேறுபட்ட வேகங்களில் இயங்கும் மின் ஆக்கிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.வேறுபட்ட வேகங்களில் இயங்கும் அணிகளுக்கு மிகுந்த செலவாகும். மேலும் இவற்றின் செயற்பாடு இது வரை நிறுவப்படவில்லை. நிலைத்த வேக மின் ஆக்கிகளின் (costant speed generator) தேர்வில் ஒத்தியங்கு மின் ஆக்கிகளையும் (synchronous generator) தூண்டல்மின் ஆக்கிகளையும் (induction generator) நிலைக்காந்த அணிகளையும் (permanent magnet units)கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். காற்று ஆற்றலால் மின் ஆக்கம் செய்யும் பெரிய கருவி அமைப்புகளில் ஒத்தியங்கு மின் ஆக்கியைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். ஏனெனில் இதனை எளிதாக இயக்கலாம். மேலும் இவ்வகையாக மின் ஆக்கிக்குப் பெரிய அளவிலான குறிப்பீடுகள் கிடைக்கின்றன. மற்றவகை மின் ஆக்கிகள் மற்றும் அமைப்புகள் பற்றி ரெய்டன் *(1973)* அல்லிசன் *(1973)* ஹகிஸ் *(1974)* இவர்களால் செய்யப்பட்ட ஆய்வு, இன்னும் தொடக்க நிலையிலேயே உள்ளது.

கட்டுப்பாடுகள் (controls). எளிதில் இயங்கத்தக்க நம்பத்தகுந்த கட்டுப்பாட்டு அமைப்பினைக் கொண்ட பெரிய காற்றுச் சுழலி மின் ஆக்கிகள் தற்காலத்தில் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. அவை, கீழ்க்காணும் இயக்கத்தினைச் செய்கின்றன (1) காற்றில் அமைப்பு, (2) சாதனத்தை இயக்க ஆரம்பத்தால் நிறுத்துதல், (3) அலகுகளின் இடைவெளியை வேறுபடுத்திச் சுற்றகத்தில்ஆற்றல்கட்டுப்பாட்டினை (power control) அடைதல், (4) மின் ஆக்கியின் ஆக்க அளவைத் தெரிவித்தல், (5) நிலை மற்றும் தகவல் ஆகியவற்றைக் கணித்தல், தேக்குதல் (status, data computation and storage), (6) மிகவும் உயர்ந்த காற்றுகள் வீசும் போது ஏற்படும் இயக்கப் பிறழ்வுகளின்போது, மூடி மின்ஆக்கியிலிருந்து பிரிக்கும் செயல்கள், 7) மின் ஆக்கிக்கான பாதுகாப்பு 8) பராமரிக்கும் முறை என்பனவாகும்.குறைந்த செலவினைக் கொண்டதாயும் உயர்ந்த நம்பத்தகுந்த இயக்கத்தினைக் கொண்டதாயும், எளிதில் கையாளத் தக்கதாயும் உள்ள ஒரு கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் ஒருங்கிணைந்த எலெக்ட்ரானியல் ஆற்றல், வடிவ மாற்றிகளிலிருந்து (electronic transducers) பெற்ற மின் தகவல்கள் நுட்பத்துடன் ஆய்ந்தறிந்து செயற்படும் கருவிக்கு (microprocessor) ஊட்டப்படும்போது,இக் கருவி மின் செயற்படுத்திகளுக்குத்(electric actuators) தக்க மின் தகவல் வழங்கி எலக்ட்ரானியல் சுற்று வழிகள் (electronic circuits) வழியாகப் பாதுகாப்பினை வழங்குகின்றது. இத்தகைய அமைப்பில் காற்றுப் பாய்வினால் இயங்கும் நழுவு உராய் விணைப்பியும்(pneumatic slip clutch) தேவையாகும்.

கோபுரங்கள். நான்கு வகையான தாங்கும் கோபுரங்கள் நமது கவனத்துக்குரியன. அவையாவன வலிமையூட்டப்பட்ட கற்காரைக் கோபுரம், கம்ப வடிவக் கோபுரம் ((pole tower), கட்டப்பட்ட கூடு குழாய்க் கோபுரம் (shell tube tower),கோர்வுத்தரக் கோபுரம் (truss tower) ஆகும். கோர்வுத்தரக் கோபுரத்தின் செய்ற்பாடு ஏற்கனவே நிறுவப்பட்டுள்ளதாலும், பரந்த அளவில் மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளத் தக்கவாறுள்ளமையாலும், அதற்கான செலவு குறைவாயுள்ளதாலும், இதன் பாகங்கள் எளிதில் கிடைப்பதாலும், இது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லத்தக்கதாயுள்ளதாலும், நிமிர்ந்து நிற்கும் ஆற்றல் பெற்றிருப்பதாலும், இது மிகவும் விரும்பத்தக்கதாய் உள்ளது. கூடு குழாய்க் கோபுரங்களும் விரும்பத்தக்க சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவை கோர்வுத்தரக் கோபுரங்களுடன் போட்டியிடும் நிலையிலுள்ளன. காற்று ஆற்றலால் மின் ஆக்கத்தின் தொடர்பாக, கோபுரங்களைப் பற்றிய விரிவான ஆய்வறிக்கையைத்திரெஷர் என்பவர் 1974 இல் தயாரித்து வெளியிட்டுள்ளார்.

அமைப்புகள். காற்று ஆற்றலால் மின் ஆக்கம் செய்யும் பெரிய கருவிகளின் அமைப்பில் விரும்பத்தக்க சிறப்பியல் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான, வேறுபடுத்தக் கூடிய இடைவெளிகளைக் கொண்ட, இரண்டு அலகுடைய கிடைநிலை அச்சினையுடைய சுழல்விசிறியுடன்(two bladed horizontal axis propeller with variable pitch) நிலைத்த விகிதமுடைய பற்சக்கரப் பெட்டியும் (fixed ratio gear

box) நுட்பத்துடன் ஆய்ந்தறிந்து செயற்படும் கருவியும் (microprocessor) ஒத்தியங்கு மின்னாக்கியும் (synchronous generator) மேற்பகுதியில் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு, கட்டுப்பாட்டு அமைப்பினால் (servo system), சுற்றகக் காற்றை நோக்கிச் செயற்படும் போது, இவ்வமைப்பினைக் கிடைநிலையில் சுழல



செ - செலுத்தம்

க - கட்டுப்பாடுகள்

மி.ஆ. - மின்ஆக்கி

வ.ப - வளைய பற்சக்கர அமைப்பு

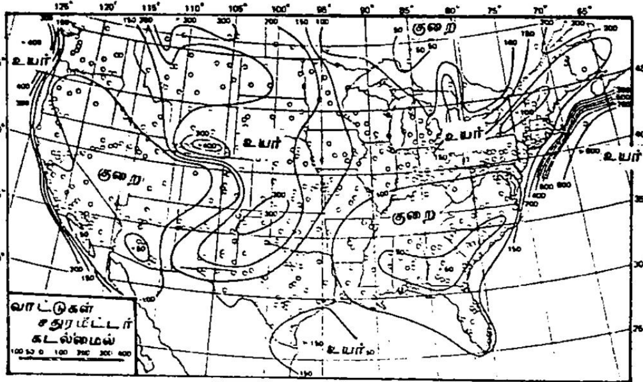
படம் 32. ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான வேறுபடுத்தக் கூடிய இடைவெளிகளைக் கொண்ட இரண்டு அலகுடைய கிடைநிலை அச்சினையுடைய சுழல் விசிறி, காற்று மின்ஆக்கி (அ) இல் பற்சக்கரப் பெட்டி (gearbox) கட்டுப்பாடுகள் (controls) மற்றும் மின் ஆக்கி (gen :rator) ஆகியவை மேலே வைக்கப்பட்டுள்ளன. (ஆ) இல் சுழற் பகுதிக் குடத்தின் மீது வளையப் பற்சக்கர அமைப்பானது செலுத்தத்தின் ஒற்றை நிமிடச் சுற்றை (rpm) உயர்த்தும் செங்கோண வடிவத் திறன் தொடர் அமைப்பின் (right angled power train sysiem) பகுதியாக அமைகின்றது. செலுத்தமும் கட்டுப்பாடுகளும் மின் ஆக்கியும் அடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

வைக்கின்றன. படம் 32 (அ) இல் இத்தகைய அமைப்பின் திட்டவிளக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது. திறன் ஆக்கத் தொடரின் பேரளவிலான உறுப்புகளைத் தரையில் அமைப்பது பல நன்மைகளைக் கொண்டது. அத்தகைய அமைப்பு படம் 32 (ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. செங்கோண வடிவிலுள்ள திறன் தொடர் அமைப்பின் ஒரு பகுதியாக, ஒரு வளையப் பற்சக்கர அமைப்பு (ring gear) சுற்றகக் குடத்தின் (rotor hub) மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதனால் செலுத்தத்தின் ஒரு நிமிடத்திற்கான சுழற்சியினை உயர்த்தலாம். இத்தகைய அமைப்பு செலுத்தத்தின் செலவுகளைப் (costs of transmission) பெரிதும் குறைக்கும். இத்தகைய அடிப்புறத்திலமைந்த சாதனம் கூடுதலான இரண்டு விரும்பத்தக்க சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றுள்ளது. அவையாவன, கோபுரத்தின் இயற்கை அலை வெண்ணைக் (natural frequency) குறைக்கும் ஆற்றல், பராமரிப்புச் செலவுகளைக் குறைக்கும் ஆற்றல் என்பனவாகும். பல மெகாவாட்டுகள் அளவிற்கும் மேலான திறன் ஆக்க அளவுகள் தேவையாகும்போது, காற்றுச் சுழலி மின் ஆக்கி அணிகள் பலவற்றைச் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு குத்தாகவோ, கிடைநிலையாகவோ, வரிசைப்படி அமைத்துப் பெறலாம்.

வளிமண்டலம் வெப்ப எந்திரமாகச் செயற்படுதல். சூரியக் கதிர்வீச்சே எரிபொருளாகச் செயல்படுவதனால், வளி மண்டலம் ஒரு பெரிய வெப்ப எந்திரமாகச் செயல்படுகின்றது. மற்ற எல்லாவகையான எந்திரங்களைப் போன்றே, வழங்கப்படும் ஆற்றலின் ஒரு பகுதி வேலையாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. மீதமுள்ள ஆற்றல், அமைப்பிலிருந்து வெப்ப இழப்பாக, நீண்ட அலை நீளத்தைக் கொண்ட கதிர்வீச்சாகும் நிலக் கோளத்திலிருந்து வளிமண்டலத்துக்கும் விண்வெளிக்கும் வெளியேற்றப்படுகின்றது. காற்றுகளும் கடலின் நீரோட்டங்களும், எந்திரம் வேலை செய்வதைக் காட்டுகின்றன. இதனை அவ்வெந்திரத்தின் சுழற்சியாகக் கருதலாம். இந்த வெப்ப எந்திரத்தினால் உண்டாக்கப்பட்ட காற்றின் இடம் பெயரும் இயக்கத்தைக் காற்று மின் ஆக்கி (aero generator), மாற்றம் செய்து சுழலும் இயக்கத்தை உண்டாக்கி மின் ஆக்கியைச் சுழலவைக்கின்றது.

காற்றிலமைந்த திறன், மிகப் பரந்த அளவினைக் கொண்டதாகும். வளிமண்டலத்தின் மொத்தத் திறன் 10^{14} மெகாவாட்டுகள் என பிரன்ட்டினுடைய (Brunt) கணக்குகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு புட்னம்(Putnam) என்பவர் மதிப்பிட்டார். இவ்வாற்றல் அளவில் ஒருகோடி பங்கினை ஆற்றல் ஆக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தும்போது, மீதியுள்ள 10^7 மெகாவாட்டுகள் அளவு பயன்படுத்தத் தக்க ஆற்றல் காற்றில் இருக்கும். இந்த ஆற்றல் ஒவ்வொன்றும் 1000 மெகாவாட்டுகள் திறன் கொண்ட 10000 புதைபடிவு எரிபொருள் நிலையங்கள் அல்லது அணுக்கரு மின் நிலையங்களின் வெளியீட்டுஅளவிற்கு ஈடானது. வான் ஆர்க்ஸ் (Von Arx) என்பவர் புட்னம் கண்டறிந்த மதிப்பு வளிமண்டல ஆற்றலைத் தேக்கி வைக்கப்பட்ட மூலமாகக் கொண்டு கண்டறியப் பட்டதென்றும், இத்தேக்கிவைத்த மூலத்திலிருந்து ஆற்றலை

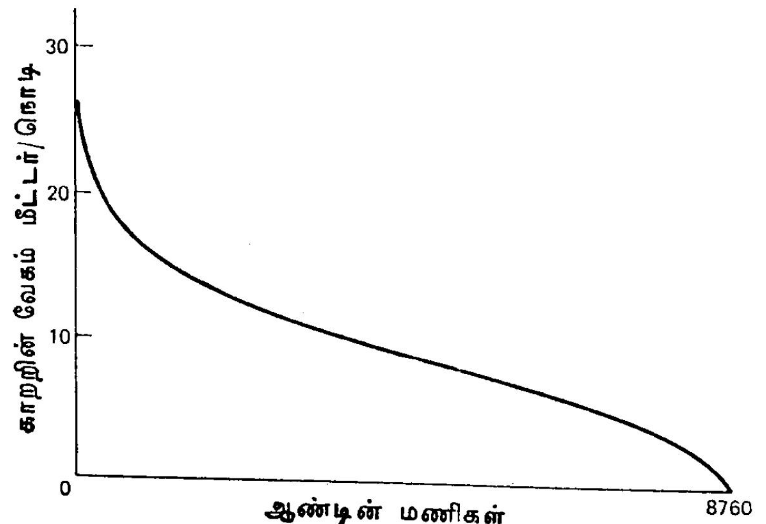
எடுக்கும் அளவு, இவ்வாற்றலை மீள நிரப்பும் வீதத்தைத் தாண்டலாகாது என்றும் இந்த மீள நிரப்பும் அளவு கூட, நிலக்கோளப் பரப்பில் சூரிய ஒளிப்பெருக்கு (solar flux) அளவான 10^{10} மெகா வாட்டுகளைத் தாண்டக் கூடாது என்றும் கணக்கிட்டார். அவர் தரையிலிருந்து காற்று வெப்ப மடைந்து இயக்கத்தை உண்டாக்குவதால், நிலக் கோளப் பரப்பில் அமைந்த சூரிய ஆற்றல் பெருக்கு அளவின் கணக்கீடுகளைப் பயன்படுத்தினார். மேற் கண்ட அளவில் பத்தில் ஒரு பங்கு அளவான 10^6 மெகாவாட்டுகள்தாம் காற்றின் ஆற்றலாகக் கிடைக் கின்றதென வான் ஆர்க்ஸ் மதிப்பிட்டார். கிடைக் கும் நீர்மின்திறனைப் போன்று பத்துமடங்கு பெரிதாகக் காற்றின் ஆற்றல் கிடைக்கின்றதென வான் ஆர்க்ஸ் என்பவர் கண்டறிந்தார். பூமி முழு வதற்குமான நீர்மின்ஆற்றல் (water power potential) அத்தகைய 500 நிலையங்களின் வெளியீட்டு அள விற்கு ஈடானதென்றும் 1948 ஆம் ஆண்டில் புட்னம் என்பவர் கணக்கிட்டார். இந்த அடிப்படையில் காணும்போது, நீர் மின்திறனைக் காட்டிலும் காற் றின் ஆற்றல் 20 மடங்கு அதிக ஆற்றலைக் கொண் டுள்ள தென்பதை அறியலாம். அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டுக் கண்டப்பகுதியிலும் அந்நாட்டின் கடற்கரை யைச் சார்ந்த கடல் நீரிலும் கிடைக்கும் ஆண்டின் சரா சரிக்காற்று ஆற்றலின் மதிப்பீடு படம் 33 இல்



படம் 33. அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் கிடைக்கும் காற்று ஆற்றல் (ஆண்டு சராசரி)

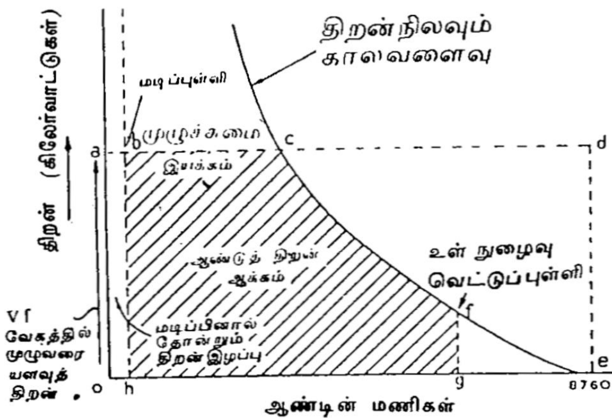
எல்லைக் கோடுகளிலுள்ள குறியீடுகள் வாட்டுகள்/சதுர மீட்டர் அளவினைக் குறிக்கும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. நாட்டின் மலைப்பாங்கான மேற்குப் பகுதிக்கான மதிப்பீடும் அப்பலேசியப் பகுதிக்குமான மதிப்பீடுகளும் உறுதியற்ற நிலையில் உள்ளன. இந்த உறுதியற்ற மதிப்பீடுகளின் கார ணம் யாதெனில் இந்த அளவீடுகள் விமான நிலை யத்திலோ அதற்கு அருகிலுள்ள இடத்திலோ அமைந்த தரமான வானிலை நிலையத்தில் எடுக்கப்பட்ட அளவீடுகளைச் சார்ந்திருப்பதேயாகும். உயர்ந்த அளவில் காற்று வீசுவதைத் தவிர்க்கும் இடங்களா கவே இந்நிலைய இடங்கள் அமைகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக ஓரிகானில், போர்ட்லாந்திற்குக் கிழக்கே அமைந்த கொலம்பியா ஆற்றுப் பெருநீர்ச் சுழிக் குழிப்பகுதியில் காற்றின் ஆற்றல், ஆண்டொன் றுக்கு 1 சதுர மீட்டர் பரப்பிற்கு 100 வாட்டுகள் எனப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால், பெருநீர்ச்சுழிக் குழிப்பகுதியில் உள்ள காற்றின் உண் மையான அளவீடுகள், இந்தத் திறன் அளவினைக் காட்டிலும் பலமடங்கு அதிகம். படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளதைக் காட்டிலும், ஓரிகான் கடலோரப் பகுதியில் கடற்கரைவழிக் காற்றுகள் வலிமை வாய்ந் துள்ளன. காற்றின் மின்திறன் வெளியீடு காற்று வேகத்தின் மும்மடிக்கு நேர்விகிதத்திலிருப்பதால், தொடர்ந்து உச்சக் காற்றுகள் வீசும் பகுதிகளில் இந் நிலையங்களை அமைப்பது மிகவும் முக்கியமாகும். எடுத்துக்காட்டாக, 10 மீட்டர்/நொடி (22 மைல்கள் /மணி) வேகத்தினைக் கொண்ட காற்றானது 5 மீட்டர்/நொடி (11 மைல்/மணி) வேகத்தினைக் கொண்ட காற்றினால் ஆக்கப்படும் மின்திறனைப் போன்று 8 மடங்கு மின் திறனை உண்டாக்கும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளிலும் பிரான்சிலும் பிரிட்டன் நாட்டிலும் காற்றுத் திறனைப் பெறு வதற்கான தகுந்த இடங்கள் ஆராயப்பட்டன. கடு மையான நிலப்பகுதியில் எடுக்கப்படும் காற்றின் அளவீடுகளை மிக்க கவனமாக எடுக்க வேண்டும். தவறான காற்றுத் திறன் கணக்கீடுகளினால் காற்றுத் திறன் அமைப்புகள் இயங்காமலும் போய்விடுகின்றன.



படம் 34. காற்றின் வேக, கால வளைவு

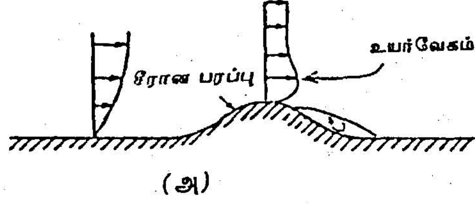
வேகம், திறன் நிலவும் கால வளைவுகள் (velocity and power duration curves). கோல்டிங் (Golding) என்பவரும் ஸ்டோட்ஹார்டு (Stod Hard) (1942, 1952) என்பவரும் திறன்மிக்க காற்றின் ஆற்றல் கிடைக்கும் ஓர் இடத்தின் மிகவும் மதிப்பு வாய்ந்த தகவலினைக் காற்றின் வேகம் எவ்வளவு நேரம் வரை நிலைத்து நிற்கின்றதென்பதைக் காட்டும் வளைவிலிருந்து (velocity duration curve) பெறலாம் என்று தெரிவித்தனர். இது படம் 34இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கிடைநிலை அச்சில் (horisontal axis) ஓர் ஆண்டில் காற்று நிலவும் நேரம் எத்தனை மணி (8760) என்பதும் குத்துநிலை அச்சில் (vertical axis) காற்றின் வேகம் எவ்வளவு என்பதும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறாக இந்த வரைபடம், ஓர் ஆண்டில் குறிப்பிட்ட காற்று வேகத்தைத் தாண்டக் கூடிய மணிகளின் எண்ணிக்கையைக் காட்டுகின்றது. திறன் நிலவும் கால அளவிற்கான வளைவு (power duration curve) இதைப் போன்றதேயாகும். ஏனெனில் ஆற்றல் காற்றின் வேகத்தின் மும் மடிக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது (காண்க, படம் 35). திறன்வெளியீடு குறிப்பிட்ட அளவினைத் தாண்டும் மணிகளின் எண்ணிக்கையினை ஆற்றல் நிலவும் அளவினைக் காட்டும் வளைவு குறிப்பிடுகின்றது. காற்றின் வேகத்தை மும்மடங்கு ஆக்கும்போது ஆற்றல் வெளியீட்டு அளவினைக் கண்டறியலாம். இக்குறிப்பிட்ட வளைவு ஓர் ஆண்டில் குறைந்த காற்றினைக் கொண்டு குறைந்த நேரத்தில், ஓர் இடத்தில் கண்டறிந்ததாகும். கால இடைவெளி ge குறிப்பிடத் தக்க அளவு, திறனை ஆக்கம் செய்வதற்கான காற்று மிகவும் குறைவாக உள்ளது. g என்ற இடத்திற்குரிய காற்றின் வேகத்தில் (3 மீட்டர்/நொடி அல்லது 7 மைல் / மணி திறன் ஆக்கப்படுகின்றது. fc என்ற புள்ளி உள் நுழைவு வெட்டுப் புள்ளி (cut in point) என்றழைக்கப்படுகின்றது. காற்று வேகங்கள் அதிகமாகும்போது திறன் ஆக்கம் அதிகமாகின்றது. மற்றும் c என்ற புள்ளியில் காற்று மின் ஆக்கி (aero generator) அதற்கான இயங்கக் கூடிய அளவில் இயங்குகின்றது. உயர் காற்றுவேகங்களில் முழுச் சுமை இயக்கத்திற்காக (full load operation) அலகுகளின் இடைவெளியை வேறுபடுத்தியோ, வேறு எந்த முறையிலோ திறன் ஆக்க அளவை நிலைநிறுத்தலாம். இதற்கும் மிகுதியான உயர்காற்று வேகமான b என்ற மடிப்புள்ளியில் (furling point) காற்றின் வேகம் 27 மீட்டர்/நொடியாக (60 மைல்/மணி) இருப்பதனால், நிலையத்திற்குத் தீங்கு நேராமலிருக்க அதனை மூட வேண்டியது கட்டாயத் தேவையாகும்.

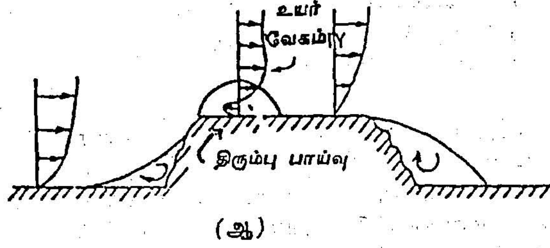


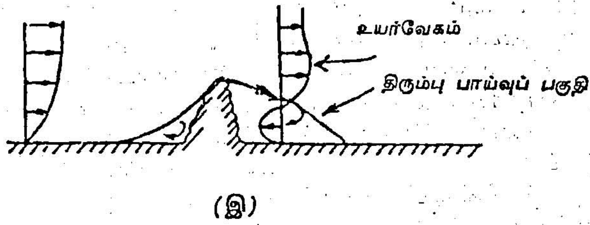
படம் 35. காற்றின் திறன், கால வளைவு

ஆற்றல் நிலவும் கால இடவெளிக்கான வளைவில் bcfgh என்ற படத்திலுள்ள கோடிட்ட பகுதி, அதே அளவீட்டில், காற்று ஆற்றலின் உண்மையான ஆண்டு வெளியீட்டு அளவினைக் காட்டுகின்றது. இப்படத்தில் adeo என்ற செவ்வகம் முழு ஆற்றலில் ஆண்டு முழுதும் நிலையம் இயங்கினால் உண்டாகும் ஆக்க அளவினைக் காட்டுகின்றது. பரப்பு bcfgh இற்கும் பரப்பு adeo இற்கும் உள்ள விகிதம், ஆண்டின் நிலையச் சுமைக் கூறாகும் (annual plant load factor). இதனை 8760 இனால் பெருக்கும்போது, அதன் தன் வெளியீடு (specific out put) கிலோ வாட்டு மணிகள்/ஆண்டு கிடைக்கின்றது. இவ்வாறாகத் தன்வெளியீடு(specific output) என்பது முழுச்சுமை இயக்கத்தில் (full load operation) இயங்கிய மணிகளின் எண்ணிக்கையில் பெற்ற ஆற்றல் வெளியீட்டிற்குச் சமமாக இருப்பதைக் காட்டும்.

தக்க இட இயல்புகள். சவீனோ (1974) என்பவரால் தக்க இட இயல்புகள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றைக் கீழ்க்காணுமாறு சுருக்கிக் கூறலாம். காற்று வேகம் உயர்ந்த அளவில் ஆண்டு முழுதும் உள்ள ஓர் இடம் அமைய வேண்டும். காற்று எதிர்ப்படும் திசையில் 1.6 கி.மீ. அல்லது அதற்கும் அதிகமான தொலைவு இடைவெளியில், உயரமான கட்டிடங்களோ தடைகளோ இருக்கக் கூடாது. ஓர் ஏரியில் அமைந்த தீவிலோ அல்லது கடலில் அமைந்த தீவிலோ, தட்டையான நிலத்தின் மேலமைந்த, மென்மையான சரிவுகளைக் கொண்ட, வட்ட வளைவான மலையின் மென்மையான மேற்புற அமைப்பு நல்லதொரு இடமாக அமைகின்றது. திறந்த சமவெளி அல்லது திறந்த கடற்கரை வழி தக்க இடமாகும். இரு மலைகளுக்கு இடையில் அமைந்த புனல் வடிவான இடத்தில் நுழையும் காற்று நல்ல பண்பினைக் கொண்டதாய் உள்ளது. இப்பண்புகள் சிலவற்றைப் படம் 36 இல் காணலாம்.





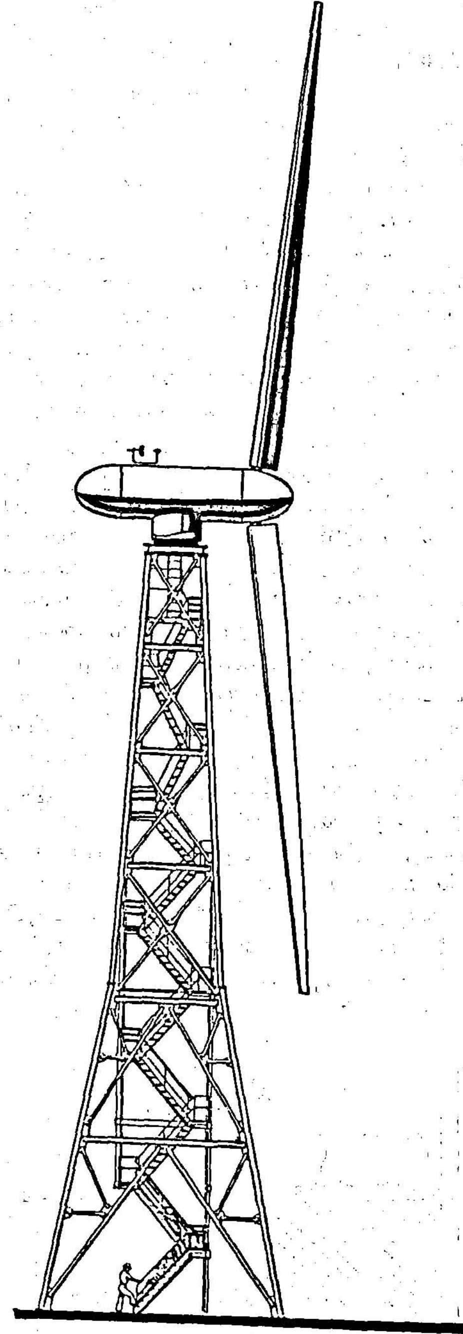


படம் 36. காற்று ஆற்றல் அமைவிடங்களைப் பாதிக்கும் கூறுகள்

(அ) நன்கு வளைந்த சிறு மலை அல்லது மலைத்தொடர், நல்ல இடமாக அமைகின்றது. (ஆ) செங்குத்தான பக்கங்களைக் கொண்ட சிறுமலை அல்லது மலைத்தொடர், நல்ல இடமாக அமைவதில்லை. (இ) கூர்முனையுடைய கொடுமுடி பொருத்தமாக அமையலாம்.

நல்லதொரு இடம் கீழ்க்காணுமாறு அமைந்திருக்க வேண்டும்.

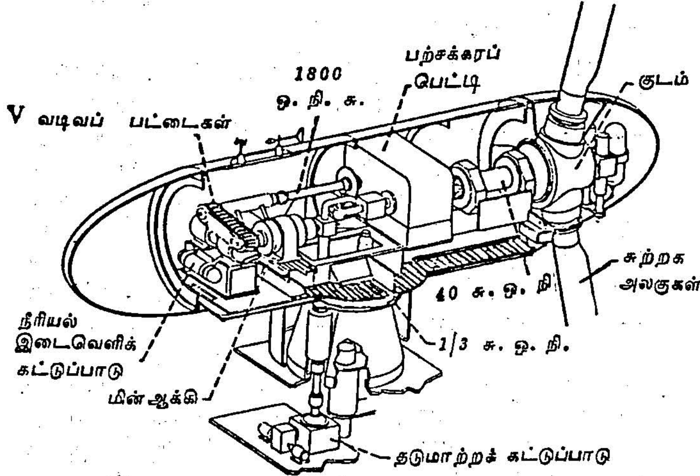
காற்றின் கீழ்நோக்கிய பாய்வில் அமையும் மரக்கிளைகளை வெட்ட வேண்டும். கீழ்நோக்கிய காற்றுப் பாய்வினால் மரத்தின் முதன்மையான அடிப் பகுதியே நிலையாக வளைந்துள்ளபோது, அத்தகைய மரங்களை வெட்டி விடவேண்டும். உச்சி ஒரே சீராயும், ஒரே உயர அளவிலும் வெட்டப்பட்டு மரங்கள் குறைந்த உயரமுடையவையாய் இருக்க வேண்டும்.



படம் 37. ஒஹியோ, சேன்டஸ்கியில், லூயி குத்து நிலை ஓடைச் சோதனைப் பகுதியில் நாசாவில் (NASA) அமைக்கப் பட்டுள்ள காற்று மின்னாக்கி வடிவமைப்பு.

சிறு மரம் அல்லது புதர் விரிப்பினைக் கொண்ட தரைகள் ஏற்றவை. இதில் உள்ள தாவரங்கள், குறுங் காட்டுப் புதர்களின் உயரத்திற்கு மேலும், வளரக் கூடாது.

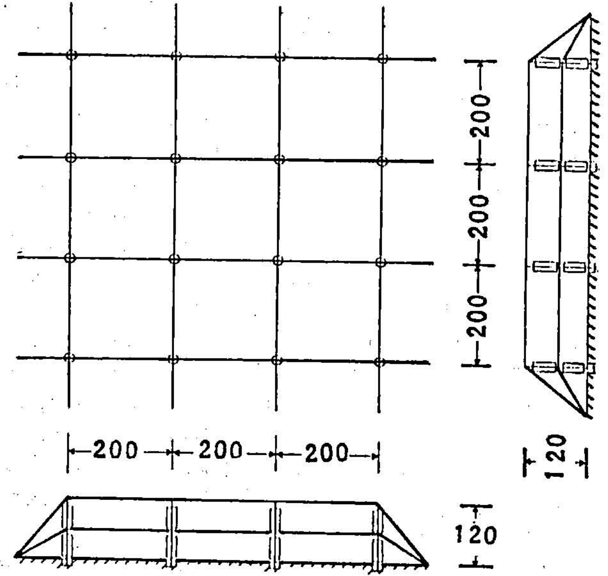
காற்று மின் ஆக்கி உள்ள பண்ணைகள். நீருடன் ஒப்பிடும்போது, காற்று குறைந்த ஆற்றல் அடர்த்தி யினைக் கொண்ட மூலமாகவே அமைகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக ஆற்றல் வெளியீடு காற்றின் அடர்த்தியையும் காற்று வேகத்தின் மும்மடியினை யும் பெருக்குவதனால் கிடைப்பதாகும். கடல் மட் டத்தில் காற்றின் அடர்த்தியானது நீரின் அடர்த்தி யில் 1000 இல் ஒரு பங்காகும். இவ்வாறாக நீரினால் உண்டாக்கப்பெறும் திறன் ஆக்கத்திற்கு ஈடான திறன் ஆக்கம் காற்றினால் கிடைக்க வேண்டுமென் றால், நீரினைப் போன்று 1000 மடங்கு அதிகமான காற்று அதே வேகத்தில் சுழலியில் செல்ல வேண் டும். இதன் பொருள் யாதெனில், ஒரே அளவு ஆற் றல் ஆக்கத்திற்கு, நீர்ச்சுழலிகளைக் (water turbines) காட்டிலும் காற்றுச் சுழலிகள் அதிக அளவில் இருக்க வேண்டும் என்பதே. கடந்த காலத்தில் நிறு வப்பட்ட இடைப்பட்ட ஆற்றல் வெளியீட்டைக் கொண்ட காற்றுச் சுழலிகளின் அளவுகள் அட்ட வணை 3 இல் சுருங்கக் கூறப்பட்டுள்ளன. மேலும் அது அத்தகைய பேரளவின் தேவையையும் நன்கு காட்டுகின்றது.



படம் 38. நாசாவிலுள்ள (NASA) காற்று மின்னாக் கியின் செலுத்தத் தொடர்க்கட்டமைப்பு - ஒஹியோனில், சேன்டஸ்கியில், லூயி செங்குத்து ஓடைச் சோதனைப் பகுதி.

தனியிடங்களில் உள்ள வீடுகளிலும், பண்ணை களிலும், மின்திறன் மூலத்திற்கும் மேலான தேவை யினைக் காற்றின் ஆற்றல் கொண்டிருக்கும்போது, பல வரிசைகளைக் கொண்ட பண்ணைகளுக்கான காற்றுச் சுழலிகள், ஆற்றலை உண்டாக்குவதற்குத் தேவையாகின்றன. படம் 39 இல், சேவோனியஸ் வகையைச் சார்ந்த 16 குத்துச் சுற்றக அணிகளைக் (vertical rotor units) கொண்ட சிறிய பண்ணை யொன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வணிகள் யாவும், செங்குத்து நிலையில், முறுக்கப்பட்ட எஃகுக்கம்பி களால் சமநிலையில் இழுத்து நிறுத்தப்பட்டுள்ளன.

இத்தகைய அமைப்பிற்கு ஆகும் செலவு மிகக் குறைவு. சுற்றகங்களின் குத்தான அச்சுத் தண்டுகள் (vertical shafts) அழுத்தப்படும் உறுப்புகளாக அமை கின்றன. இத்தண்டுகள், அதன் மேலமைந்த சேவானி யஸ் சுற்றகங்களின் (savonius rotors) இருசமமாக் கப்பட்ட உருளைகளினால் (hemi cyclinders) மட்டும் அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றன.



படம்-39 காற்று மின்னாக்கிப் பண்ணை காற்றின் ஆற்றலைத் தேக்கி வைத்தல்

எல்லாவகையான சூரியத்திறன் அமைப்புகளிலும் காற்றின் திறனைத் தேக்கி வைத்தல் ஒரு பிரச்சினை யாகவே அமைகின்றது. வாதப் பொருத்தத்திற்கு இசைந்ததாய் அமைவது யாதெனில் வழக்கமான நீர் மின் நிலையங்களில் தற்போது பயன்படுத்தப்படும் நீர் ஏற்றத் தேக்கத்தை, காற்றின் திறனுக்கும் பயன் படுத்தலாம் என்பதாகும். காற்றின் திறனைப் பயன்

படுத்தி, காற்றினை அழுத்தி, நிலத்தடியில் குகைக்குள் தேக்குவதையும், நீர்ப் படுகைகளின் மீது தேக்குவதையும் செகோ (Szego) (1973) ஆராய்ந்தார். உயர்ந்த அளவிலான இழுவலிமையினையும் (high tensile strength) ஆர அமைப்பையும் கொண்ட கோல்களையுடைய, மிகவும் வலிமை வாய்ந்த பளுவான, சுழல் உருளையினைப் பயன்படுத்துவதைப் பற்றி இராபன் ஹார்ஸ்ட் (1973) என்பவர் ஆராய்ந்தார். மற்ற வகைத் தேக்கமுறைகளாவன, உண்டாக்கப்பட்ட மின் திறனை ஹைடிரஜனாகவோ மற்ற வகை எரிபொருள்களாகவோ மாற்றம் செய்வதாகும்.

காற்றுத் திறன் அமைப்புகளுக்கான செலவும், சுற்றுப்புறக் கூறுகளும், மிகுந்த ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

ஒளிச்சேர்க்கை (photosynthesis). ஒளிச் சேர்க்கைக்காகப் பயன்படுத்தும் சூரிய ஆற்றல் பூமியில் விழும் சூரிய ஆற்றலைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைந்த அளவினைக் கொண்டது. இதற்குக் காரணம் யாதெனில், கடலிலும் நிலத்திலும் அமைந்த தாவரங்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளியும், இலைகளுக்கு இடையே அமைந்த இடைவெளியும், செடி உயிரினங்களின் இலைபோன்ற உறுப்புகளுக்கு (fronds) இடையே அமைந்த இடைவெளியும், தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பயன்படும் உயிரணுக்களுக்கு இடையே அமைந்த இடைவெளியும், இலை தழைகளில் பசுமைக்குக் காரணமான பாசியம் ஆக்கும் கூறுகளுக்கு (chloroplasts) இடையே அமைந்த இடைவெளியும், உயிரணுக்களினுள் அமைந்த நிறப்பொருட் கூறுகளுக்கு (pigments) இடையே அமைந்த இடைவெளியும், உயிரணுக்களிலமைந்த துணை நிறப்பொருட் கூறுகளிலிருந்து வினைப்படும் மையங்களுக்கு (reaction centers) ஆற்றலை மாற்றம் செய்தலும் கிடைக்கின்ற 100% சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தவிடாமல் செய்கின்றன. வெப்ப நிலை அகலாங்குகளில் (temperature latitudes) ஓர் ஆண்டில் ஓர் ஏக்கர் நிலத்தில் விழும் 73%10 கிலோ கலோரிகளில் கரிமப் பொருளாக 0.1 முதல் 0.5% அளவே நிலக்கோளத்தில் நிலைப்படுத்தப்படுகின்றது. தீவிரமாக வளர்க்கும் பயிர்நிலங்களிலும், கடலில் சூரிய ஆற்றலைத் தாவரங்களாக ஆக்கம் செய்யும் பகுதியிலும் சூரியஆற்றல் சராசரித் திறமை 1 அல்லது 2% ஆகும். கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கையினால் ஓர் உயிரணுவினைக் கொண்ட பாசிகளைப் பெருமளவில் உருவாக்கி ஒளிப் பயன்பாட்டுத் திறனை 20% அளவிற்கு ஆய்வாளர்கள் சோதனைமூலம் அடைந்துள்ளனர். ஆனால் இயற்கையான தாவர அமைப்புக்களால் இந்த 20% திறனை அடைய முடிவதில்லை. இத்திறன் மிகக் குறைவாக அமைந்தாலும், ஓர் ஆண்டிற்கு ஒளிச் சேர்க்கை வழியாக ஆற்றல் மாற்றம் செய்வது ஓர் ஆண்டில் நிலத்தடியிலிருந்து தோண்டியெடுக்கப்பட்ட நிலக்கரி முழுதையும் எரித்து அதனால் பெறும் வெப்பத்தைப் போன்று 100 மடங்கு ஆகும். மேலும் இந்த ஆற்றல் ஓர் ஆண்டில் நீர்மின் ஆற்றலைப் போன்று 10^4 மடங்கு பெரியதாகும்.

கடந்த கால, தற்காலக் காற்று ஆற்றல் மின் ஆக்கிகளின் சிறப்பியல்புகள் கீழே உள்ளன.

பிரான்சு. டேரிஸ் (Darries) என்பவரால் காற்று ஆற்றல் மின்னாக்கி வடிவமைக்கப்பட்டது. 1929-ஆம் ஆண்டில் பூர்கெட்டில் (Bourget) கட்டப்பட்டது. இதன் கோபுரம் 20 மீட்டர் உயரம் உடையது. அலகுகள் 20 மீட்டர் விட்ட அளவை உடையன. நேர் மின் ஆக்கியின் ஆக்க அளவு 6 மீட்டர்/நொடி வேக அளவில் 0.015 மெகாவாட்டு ஆகும். மிகவும் உயர்ந்த காற்று வேகங்களில் 0.8 மெகாவாட்டு வெளியீட்டு அளவினைக்கொண்ட மிகப்பெரிய அணிகள் பிரான்சில் கட்டப்பட்டு, 1958 முதல் 1961 வரை வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டு வந்துள்ளன.

சோவியத்நாடு. 1931 ஆம் ஆண்டில் கருங்கடல் ஓரமாக யால்டா (Yelta) என்னும் இடத்தில் காற்று ஆற்றல் மின்னாக்கி நிறுவப்பட்டது. இதன்கோபுரம் 23 மீட்டர் உயரம் உடையது. அலகுகள், 30.5 மீட்டர் விட்டமுடையன. 11 மீட்டர்/நொடி வேக இயக்கத்திற்காக வடிவமைக்கப்பட்ட மாறு திசை மின் ஆக்கி (alternating current generator) இதில் செயல்பட்டது.

ஜெர்மனி. 1920 ஆம் ஆண்டில் 6 அலகுகளைக் கொண்டு கும்மி (Kumme) என்பவரால் வடிவமைக்கப்பட்ட மின் ஆக்கியைத் தரையில் அமைத்து, நீண்ட செங்குத்தான வளையத்தக்க தண்டின் மேலாகச் சாய்வான பற்சக்கர அமைப்பினைக் கொண்டு, திருக்கத்தைத் தரைக்குச் செலுத்தியது. பெர்லினில் ஹான்னெப் என்பவரால் காற்று ஆற்றல் மின்ஆக்கி எடுத்துக் கூறப்பட்டது. ஆனால் அவர்இதனைக் கட்டவில்லை. இது 5 காற்றுச் சுழலிகளைக் கொண்டதாயும், ஒவ்வொரு காற்றுச் சுழலியும் 40 மீட்டர் விட்ட அளவு உடையதாயும் தனித்த பெரிய கோபுரத்தில் தாங்கப்பெற்ற வடிவமைப்பைக் கொண்டதாயும் இருந்தது. இக்கோபுரம் 305 மீட்டர் (1000 அடி) உயரம் உடையது. கண்டுபிடிப்பாளரின் கணக்கீட்டின்படி இக்காற்று ஆற்றலின் மின்ஆக்கியின் திறன் அளவு 50 மெகாவாட்டு ஆகும். 1960 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் கட்டப்பட்ட காற்று ஆற்றலின் மின் ஆக்கிகள் யூ.ஹட்டர் (U. Hutter) (ஸ்டுட்கார்ட் பல்கலைக் கழகம்) என்பவரால் வடிவமைக்கப்பட்டனவாகும். 0.1மெகாவாட் வெளியீட்டு அளவுகள் வரையில் கண்ணாடி

நாரினால் ஆக்கப்பட்ட அலகுகள் தேவையாயின. கண்ணாடி நாரினால் ஆக்கப்பட்ட அலகுகளின் இயங்கும் பண்புகள் நன்றாக அமைந்ததோடு இவை அயர்ச்சி (fatigue) அடையாமலும் இருக்கின்றன என்று கண்டறியப்பட்டது.

இங்கிலாந்து. காற்றுச் செலுத்தும் அமைப்பைப் பயன்படுத்தும் காற்று ஆற்றல் மின்ஆக்கி பிரெஞ்சுப் பொறிஞரான ஜெ. ஆண்டு என்பவரால் வடிவமைக்கப்பட்டு, என்ஃபீல்டு கேபிள்ஸ் நிறுவனத்தாருக்காக (இங்கிலாந்து) 1950 ஆம் ஆண்டின் இடையில் கட்டப்பட்டது. இகோபுரம், 30 மீட்டர் (100 அடி) உயரம் உடையது. இதன் அலகுகள் 24 மீட்டர் விட்டமுடையன. வெளியீட்டு அளவு 13.4 மீட்டர் நொடி வேகத்தில் 0.1 மெகாவாட் ஆகும். இம்மின் ஆக்கித் தொகுதி அல்ஜீரியாவில் பல்லாண்டுகளாக வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டது.

டென்மார்க். 70 இலிருந்து 90 கிலோவாட் மின் ஆக்க அளவில் டென்மார்க் நாடு இரண்டாம் உலகப் போரின்போது 18 காற்று ஆற்றல் மின் ஆக்கிகளைக் கட்டியது. நேர்மின் கம்பிகளுக்கு இம் மின் ஆக்கிகள் நேர்மின்சாரத்தை வழங்கின. 15 மீட்டர்/நொடி வேகத்தில் இயங்கி 0.2 மெகாவாட்டு மின் ஆக்கத்தைச் செய்யும் காற்று ஆற்றல் வழிமின்சாரம் ஆக்கம் செய்யும் கருவி கெட்சரில் ((gedser) கட்டப்பட்டது.

இதன் கோபுரம் 26 மீட்டர் (85 அடி) உயரம் உடையது; மூன்று அலகுகள் 24, மீட்டர் (170 அடி) விட்ட அளவு உடையன. கோபுரத்தின் மீது கிடைமட்டமாகச் சுழலும் மேடையில் மின் ஆக்கி அமைந்து 380 வோல்ட் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கியது.

இந்நிலையம் 1968 ஆம் ஆண்டு மூடப்பட்டது. எனினும் 1975 ஆம் ஆண்டின் இடைவரை காட்சிக்காக வைக்கப்பட்டிருந்தது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள். 1940 ஆம் ஆண்டில் வெர்மான்டில், ரூட்லாந்து அருகில் மிகப் பெரிய காற்றுச் சுழலி கட்டப்பட்டது. இதன் கோபுரம் 33 மீட்டர் உயரம் உடையது. இரண்டு அலகுடைய சுற்றகம், 53 மீட்டர் விட்ட அளவுடையது. 13.4 மீட்டர்/நொடி (30 மைல்/மணி) வேகத்தில் சுழலும் 1.25 மெகாவாட்டு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் மின் ஆக்கி கொண்டது.

கோபுரத்தில், இம்மின் ஆக்கி, காற்றில் மேல் திசையை நோக்கியும் இதனுடைய அலகுகள், காற்றின் கீழ்த் திசையை நோக்கியும் அமைக்கப்பட்டிருந்தன. உச்சியிலமைந்த காற்றுத் திசைக்காட்டி (wind vane) பணிப்பு இயங்கமைப்பின் (servo mechanism) வழியாக இவ்வணி முழுதையும் காற்றில் செயல்பட வைத்தது. 1941, 1945 ஆண்டுகளின் இடைப்பட்டகாலத்தில் சமகால இடைவெளிகளில் சோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. 1945 ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்கள், மத்தியவெர்மான்ட் பொதுப்பணிக் கழகத்தின் (Central Vermont Public Service Corporation) மின் கம்பிகளுக்கு மின்சாரத்தைத் தொடர்ந்து வழங்கியது. பின்னர் ஓர் அலகின் இழப்பினால்போர்க்காலப் பற்றாக்குறையின் காரணமாகப் புதுப்பிக்க இயலாமற் போய்விட்டது. எனவே இந்நிலையம் மூடப்பட்டது.

1974 ஆம் ஆண்டில், ஒஹியோவில், சேண்டஸ்கியில், லூயி செங்குத்து ஓடைச் சோதனைப் பகுதியில், நாசாவில் நிறுவுவதற்காக, சோதனைக் காற்றுச்சுழலி மின் ஆக்கியினை, தேசிய வான் இயக்க, விண்வெளி நிருவாகம்(National Aeronaucties and space administration) கட்டத்தொடங்கியது. இதன் கோபுரம் 30 மீட்டர் (100அடி) உயரம் உடையது. சுற்றகம் 38 மீட்டர் (125 அடி) விட்டமுடையது. 460 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தில் மூன்று தறுவாயைக் கொண்ட (3 phase) நொடிக்கு 60 சுழற்சிகள் கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் ஆண்டுக்கு 180000 கிலோவாட்மணி மின்வெளியீட்டு அளவு உடையதாகும் (காண்க, படங்கள் 37, 38).

ஜெ.சு.

ஆற்றல் செலுத்தம்

ஆற்றல் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட இடத்திலிருந்து, பயன்படுத்தப்படும் இடத்துக்குக் கொண்டு செல்வதே ஆற்றல் செலுத்தம் ஆகும். இக்கலைச் சொல் மின் ஆற்றலைச் செலுத்துதற்கே பொருந்தும். கரி, எண்ணெய், வளிமம் மற்றும் வேறு எரிபொருள்களைச் செலுத்துதல் இச் சொல்லில் அடங்காது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், நிலத்தடியில் அமைக்கப்படும் வடங்களின் மூலம் அடிக்கடி மின்னாற்றல் செலுத்தப்பட்டாலும், பேரளவில் மேனிலைச் செலுத்தத் தொடர்கள் மூலமே செலுத்தப்படுகிறது. ஆற்றல் செலுத்தத் தொழில் நுட்பம் மிகுந்த ஆர்வமூட்டும் ஓர் ஆராய்ச்சித் துறையாகும். ஏனெனில் குறைந்த செலவில், அதிகத் திறனைச் செலுத்தவல்லதாகவும், ஆற்றல் இழப்புக் குறைவாயுள்ளதாகவுமான ஆற்றல் செலுத்துதல் முறைகளை வளர்ப்பது மிகவும் பயன் மிக்கதாகும். இன்று அமுக்கப்பட்ட காற்றின் மூலம் மின் காப்பிடப்பட்ட நிலத்தடிச் செலுத்தத் தொடர்களும், மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைக்குக் குளிரூட்டப்பட்ட மின் செலுத்தத் தொடர்களும் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன.

நேர்மின்னோட்ட மாறு மின்னோட்டத் தொடர்கள். கண்ணாடி அல்லது வெள்ளைக் களிமண் போன்ற மின்காப்புப் பொருள்களினால் நிறுத்திவைக்கப்

பட்ட பல்வேறு செம்பு அல்லது அலுமினியக் கடத்திகளை நடைமுறையில் உள்ள மேனிலை செலுத்தத் தொடர் பெற்றிருக்கிறது. மாறு மின்னோட்ட மின் ஆக்கிகள், மின் ஓடிகள் மின் மாற்றிகள் ஆகியவை வடிவமைப்பில் எளியனவாயிருப்பதால் பொதுவாக மாறுமின்னோட்டத்தொடர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நேர்மின்னோட்டத்தொடர்களினால் மாறு மின்னோட்டத் தொடர்களை விட ஒரு கிலோ மீட்டருக்கு ஆகும் செலவு மிகக்குறைவு எனினும் நேர்மின்னோட்டத் தொடர்களில் இரு முனைகளிலும் பின்னும், முன்னும் நேர் மின்னோட்டத்துக்கும், எதிர்மின்னோட்டத்துக்குமாக மாற்றும் விலையுயர்ந்த சாதனங்கள் தேவைப்படும். நேர்மின்னோட்டத்துக்கும், எதிர்மின்னோட்டத்துக்குமாக மாற்ற ஆகும் செலவைக் குறைப்பதும், செலுத்தத் தொடரின் நீளத்தை அதிகப்படுத்துவதும் நேர் மின்னோட்டத் தொடரைப் பயன்படுத்தச் சாதகமாக அமைகின்றன. அமெரிக்க ஒனறிய நாட்டில் உள்ள பொன்னாவில்லி திறன் அமைப்பு ஓரிசாவிலிருந்து தெற்குக் கலிஃபோர்னியா வரையில் 1360 கி.மீ (850 மைல்) நீள முள்ள நேர் மின்னோட்ட மேனிலைச் செலுத்தத் தொடரை நிறுவியது.

மின்னழுத்த வரையளவு. செலுத்தத் தொடரில் (அல்லது வேறு மின்சுற்றுவழிகளில்) I^2R என்ற பெருக்கற்பலனே (அதாவது மின்னோட்டத்தின் இருமடி (I^2), தொடரிலுள்ள மின்தடை (R) ஆகிய இரண்டின் பெருக்கற் பலன்) திறன் இழப்பாகும். இவ்விழப்புகளைக்குறைக்க, குறைவான மின்னோட்டத்தையும் குறைவான மின்தடையையும் பெற்றிருப்பது நலமாகும். இருப்பினும் பெறக்கூடிய திறன், மின்னோட்டம், I மின் அழுத்தம், V ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனாகும். எனவே ஒரு குறைவான மின்னோட்டம் பாயும் தொடர் அதிகத் திறனைக் கொடுக்க அதிக மின்னழுத்தம் பெற்றிருக்க வேண்டும். செலுத்தத் தொடர்கள் ஏன் அதிக மின் அழுத்தம் உடையதாய் இருக்கவேண்டும் என்பதை இது விளக்குகிறது. 1950 ஆம் ஆண்டு 287,000 வோல்ட் ஆகவும், 1960இல் 500,000 வோல்ட் ஆகவும் இருந்த பெரும் மின்னழுத்தம் மேலும் வளர்ந்து இன்று 765,000 வோல்ட் ஆக இருக்கிறது. மேலும் உயர் மின் அழுத்தத் தொடர்கள் வடிவமைக்கப்பட்டு வருகின்றன. உற்பத்தி நிலையத்தில் மின்மாற்றிகள் 2,000 த்திலிருந்து 30,000 வோல்ட் வரை மின்னழுத்தத்தை அதிகபபடுத்தித் தரப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செலுத்தத் தொடர்கள் துணைமின் நிலையங்களில் முடிவடைகின்றன. அங்கு மின்மாற்றிகள் 10,000 வோல்ட்டிலிருந்து 15,000 வோல்ட் வரை மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றன. பகிர்வுத் தொடர்கள் மின்சாரத்தை வீடுகளுக்கும், மற்ற கட்டிடங்களுக்கும் எடுத்துச்செல்லும்போது அதன் மின்னழுத்தம்11,000 இலிருந்து 220 வோல்ட்டுக்குக் குறைக்கப்படுகிறது.

பகிர்வு. மின்திறன் உற்பத்தி வளர்ந்ததால் செலுத்தத்தொடர் நீளம் மிக வேகமாக அதிகமாகியிருக்கிறது. 1970 இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் 69,000 வோல்ட் மின்னழுத்தம்கொண்ட 480,000 கி.மீ தொடர்கள் இருந்தன. 1990க்குள் அது 800,000 கி.மீ அளவை எட்டி விடும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

இப்போது செலுத்தத்தொடரின் உரிமை வழிக்காகப் பயன்படும் நிலம் மிகப் பெரியதாகும். அது ஏறக்குறைய 8,000,000 ஏக்கர் (32, 370கி. மீ^{2}) ஆகும். ஒரு 138,000 வோல்ட் தொடருக்கு 100 அடி (30 மீ) அகலப்பாதை(12 ஏக்கர்/மைல் அல்லது 3034 மீ^{2}/கி.மீ) தேவைப்படுகிறது. அதுபோல 765, 000 வோல்ட் தொடருக்கு 200 அடி (60 மீ) (24 ஏக்கர்/மைல்) அகலப்பாதை தேவையாயிருக்கிறது. உரிமை வழியில் தாவரக் கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தித் தாவர வளர்ச்சி நீக்கப்படுகிறது. உரிமை வழி வகைமைப்படி வாங்கியே பெறப்படுகிறது. அல்லது பயன்பாட்டு சாதனங்களின் முதல்தர அதிகாரத்தைப் பயன்படுத்தித் தண்டனை,சட்ட நடவடிக்கை மூலமாகவும் பெறப்படுகின்றது.

சுற்றுப்புறத்தின் விளைவுகள். செலுத்தத் தொடர்கள் சுற்றுப்புறத்தில் சில விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இது உயர்ந்த மின் அழுத்தத் தொடர்களில் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் உள்ளது. அந்த உயர்ந்த மின் அழுத்தம் தரையிலும் தொடருக்கு அருகில் உள்ள வேறு பொருள்களிலும் மாறு மின்னோட்டத்தைத் தூண்டக்கூடும். உயர்ந்த மின்னழுத்தத் தொடருக்கு அருகில் அமைந்துள்ள சாதாரண ஒளிரும் குமிழ்விளக்கு மின்கலங்களோ மின்சாரக் கம்பிகளோ இல்லாமல் ஒளியைக் கொடுக்கும். குமிழ் விளக்கு பல நூறு அடிகள் தொலைவிலிருந்தால் கூட இதுபோல் நிகழ்கிறது. மாறு மின்காந்தப்புலங்கள் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் உடல் நலத்துக்கு ஊறு விளைவிப்பதாக மருத்துவச் சான்றுகள் கூறுகின்றன. ஆயினும் அந்தத் தீங்குகள் முழுமையாக அறியப்படவில்லை.

செலுத்தத் தொடர்களின் அருகிலமைந்த மின் காந்தப்புலங்கள் வானொலி மற்றும் தொலைநோக்கி அலைவாங்கிகளில் குறுக்கிடக்கூடும். செலுத்தத் தொடரின் கீழ் இயங்கும் வானொலியில் பொதுவான நிலைமின் இரைச்சல் கேட்கும். உயர்ந்த மின்னழுத்தத் தொடருக்கருகில் வாழும் குடும்பங்களுக்காக, சில நேரங்களில் தனியாக உணர்சட்டங்களைக்கட்டிப் பயன்பாட்டுச் சாதனங்களின் அலைபெறுந் திறனை அதிகப்படுத்துகிறார்கள்.

ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம். செலுத்தத் தொடர்களில் உள்ள கீறல்களின் பக்கம், தொடர்களிலுள்ள அழுக்குத் துகள்கள் போன்ற உயர் மின் புலப் பகுதிகளில் நீலச்சுடர் ஏற்படுகிறது. செலுத்தத்

தொடரிலுள்ள இப்பிரச்சினைக்கு ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் (carona discharge)என்பது பெயர். இது முக்கியமாக ஊறு மிக்க வானிலையின்போது நடக்கிறது. ஏனெனில் ஈரக்காற்று, உலர்காற்றை விட நல்ல மின்கடத்தியாகும். நீளமான கடத்திகளை பயன்படுத்தி, அவற்றின் இடைவெளியை மேலும் அகல்மாக்குவதன் மூலம் ஒளிவட்ட மின்னிறக்கத்தை குறைக்க இயலும். ஆனால் இம் முயற்சிகள் எதிர் பார்க்கப்பட்டபடி, தொடரின் செலவை அதிகப் படுத்தும்.

ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் ஒளியை ஏற்படுத்துவதுடன், படபடவென்னும் ஓசை, ரீங்காரமிடுவது போன்ற ஓசை ஆகியவற்றையும் ஏற்படுத்தும். இது புயலார்ந்த வானிலைகளின்போது இன்னும் அதிக ஓசையுடன் இருக்கும். காற்றில் சிதறடிக்கப்பட்ட ஆற்றல், வெறுப்பூட்டும் வாடையும் கண்களை உறுத்தும் பண்புமுடைய ஓசோன் வளிமத்தை உருவாக்குகிறது.

கோபுரங்கள். எஃகு மற்றும் மரத்தாலான கோபுரங்கள் (towers) பொதுவாகச் செலுத்தத் தொடர்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உயர் மின்னழுத்தத் தொடர்களுக்கு மிகப் பெரிய கோபுரங்கள் தேவைப் படுகின்றன. ஒரு 765,000 வோல்ட் தொடருக்கு ஒவ்வொரு 39 மீ. உயரமும், 27 மீ. குறுக்களவும் உள்ள பல்வேறு கோபுரங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

நிலத்துக்கடியில் செலுத்துதல். நிலத்தடியில் அமைக்கப்படும் செலுத்தத் தொடர்களில் பல்வேறு குறைகள் நீக்கப்பட்டுள்ளன. எண்ணெய், தாள் ஆகியவற்றால் சூழல் வெப்பநிலையில் செயல்படும் மின் காப்புடன் மின்வடங்கள் செய்யப்படுகின்றன. மின் வடங்களில் மின்காப்பிடுதலும், ஆற்றல் சிதறலும் மிகக கடுமையான பிரச்சனையாக இருப்பதால் நிலத்தடியில் அமைக்கப்பட்ட தொடர்களினால் ஆகும் செலவு மேனிலை தொடரால் ஆகும் செலவைக் காட்டிலும் கி.மீ. நீளத்துக்கு 10 முதல் 40 விழுக்காடு மடங்கு அதிகமாகும். இத்தொடர்களைப் பழுது பார்க்க ஆகும் செலவும் அதிகமாகும். ஒன்றோடொன்று அருகருகே அமைக்கப்பட்ட மின்வடங்களால் நிலத்தடியில் அமைக்கப்பட்ட தொடர்கள் அதிக வெப்ப இழப்பை உண்டாக்குகின்றன. எனவே, இவ்வகைத் தொடர்களை 32 கி.மீ. நீளத்துக்கு மட்டுமே அமைக்கிறார்கள். உள்ளடங்கிய தொலைவு மிக அதிகமில்லாமலும், நிலத்துக்கு ஆகும் செலவு வழக்கமாக அதிகமாகவும் (இதுமேனிலைத் தொடர்களிலுள்ள ஒரு குறையாகும்) உள்ள நகர்ப் பகுதிகளில் மட்டுமே இச்செலுத்த முறை நடைமுறையாகும். பொதுவாக, செலுத்தத் தொடர்களில் 1 விழுக்காடு நிலத்தடியில் அமைக்கப்படுகின்றது. இந்தியாவில் பெருநகரப்புறங்களில் மட்டுமே இவ்வமைப்பு நடைமுறையில் உள்ளது.

அமுக்க வளிம வடம். நிலத்தடியில் அமைக்கப்படும் தொடர்களில் ஒரு புதிய வகையான அமுக்க வளிம வடம் முன்பே ஆயப்பட்டு வருகிறது. இதில் மின்கம்பி சல்பர் ஹெக்சா ஃபுளூரைடு வளிமத்தால் மின்காப்புச் செய்யப்படுவதால் மிகவும் குறைந்த வெப்பத்தையே உண்டாக்குகிறது. இவ்வகை மின்கம்பிகளுக்குப்பல அடி அகலப் பள்ளம் தேவைப் படுவதால் சற்று அதிகச்செலவு பிடிக்கிறது. இத் தொடரின் முக்கிய மதிப்பு இதன் ஆற்றல் தேக்கத்தினால் அன்று; திறமையாகவும் பாதுகாப்பாகவும் அதிக அளவு திறனை எடுத்துக் செல்வதாலேயே ஆகும்.

குளிரூட்டப்பட்ட தொடர்கள். மேற்சொன்ன கருத்து குளிரூட்டப்பட்ட தொடர்களிலும் பயன்படுகிறது. நிலத்தடியிலமைந்த தாழ் வெப்ப எதிர்ப்புச் செலுத்தத் தொடர்கள் நீர்ம நைட்ரஜனின் வெப்ப நிலைக்கு, 77 கெ அளவுக்குக், குளிரூட்டப்படுகின்றன. இது மின்தடையைக் குறைக்கிறது. மேலும் இதனால் தொடரில் ஏற்படும் வெப்பம் குளிரூட்டப் படாத தொடரிலுள்ள வெப்பநிலையில் 10 விழுக்காடாகும். இருப்பினும் குளிர்பதனஅமைப்பை இயக்கத் திறன் தேவைப்படும்.

மிகை மின்கடத்தும் வடங்கள். மிகை மின்கடத்தும் வடங்களில், குளிரூட்டும் அமைப்பால் ஏற்படும் நன்மைகளை மிகுதிப்படுத்துகிறார்கள். மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் (பொதுவாக 20 கெல்வினைவிடக் குறைந்த) சில உலோகங்களும், உலோகக் கலவைகளும் தமது எல்லா மின்தடையையும் இழந்து மிகைக்கடத்தியாகின்றன. மிகைமின்கடத்தும் வடங்கள் மாறு மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது மிகக் குறைந்த திறன் இழப்பே ஏற்படும். இவ்வடங்கள் நேர்மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது திறன் இழப்பே இருக்காது. ஒருமுறை ஒரு தொடர் மின் கடத்தியாக ஆக்கப்பட்டவுடன், மிகக் குறைந்த அளவே அத்தொடரைக் குளிரூட்டினால் போதுமானது. எவ்வளவு திறனையும் தேக்கும் திறமையுள்ளது என்பதைக் காட்டிலும், கச்சிதமான ஒரு மின்வடம் மிக அதிக அளவு திறனை எடுத்துச் செல்லும் திறமையுள்ளது என்பதே இம்மிகைக் கடத்தும் கம்பிகளால் உள்ள மிகப்பெரிய நன்மையாகும். 60 செ.மீ (2 அடி) விட்டமுள்ள கடத்திக் கம்பி நியூயார்க்கு நகருக்குத் திறனைக் கடத்தப்பயன்படுத்தப் படுகிறது.

இக்கருத்துக்களில் சிலவற்றின் வெற்றியார்ந்த வளர்ச்சி நிலத்தடியில் அமைக்கப்படும் செலுத்தத் தொடராகும். இது செலவைக் கணிசமாகக் குறைக்கும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. ஆயினும் அது இயல்பான மேனிலைத்தொடர் அமைக்க ஆகும் செலவைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு அதிகமாகவே இருக்கும். மின்சாரம் பெரிய மைய மின் ஆக்க நிலை

யங்களின் மூலம் ஆக்கப்படும் வரையில், தொடர்ந்து மின்திறன் வளர்ச்சியுடன் கணிசமான செலுத்துதல் செலவுகள் இணையும். இடத்தக மின்திறன் ஆக்கம் செய்யப்பலமாற்றுவழிகள் ஏற்பட்டுள்ளன. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, சூரிய ஒளி மின்னழுத்தக் கலம் அல்லது காற்று மின் ஆக்கிகள் அல்லது எரிபொருள் மின்கலத்தில் உறிஞ்சப்பட்ட ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்துதல் ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

எஸ். கிருஷ்ணப் பிரகாஷ்

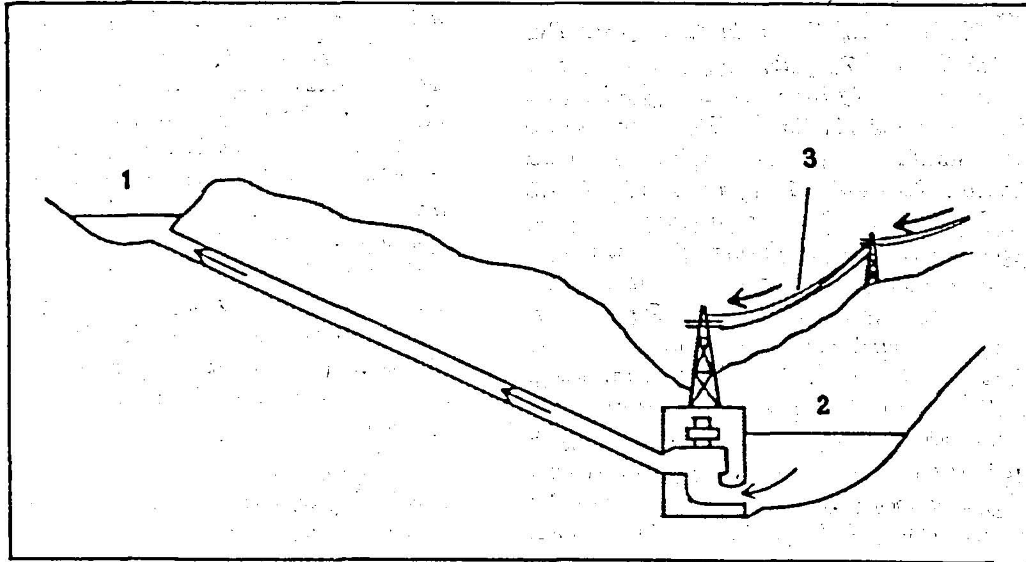
ஆற்றல் தேக்கம்

ஆற்றல், தேவையைவிட அதிகமாக கிடைக்கும்போது, பிற்காலப் பயன்பாட்டுக்காக, பல முறைகளில் தேக்கப்படுகிறது. மின்கலம் மிகவும் பொதுவான ஆற்றல் தேக்க அமைப்பாகும். சில மின் அமைப்புகள் ஆற்றலை நீர்நிலை வடிவில் ஏற்றித் தேக்கும் நீர்த்தேக்கங்களில் தேக்கி வைக்கின்றன. பல்வேறு வகையான புதிய தேக்க முறைகள் தானியங்கிகளில் பயன்படுத்தவும், மிகவும் வேறுபடுகின்ற ஆற்றலை, மீண்டும் புதுப்பிக்கக்கூடிய வள ஆதாரங்களிடமிருந்து பெறவும் ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. இப்புதிய வகைகளில் திறமை மிக்க மின்கலங்கள், எரிபொருள் மின்கலங்கள், நிலத்துக்கடியில் அமைக்கப்பட்ட அமுக்கப்பட்ட காற்றுத் தேக்கங்கள், விரைந்து சுழலும் சமன்சக்கரங்கள், காந்தஆற்றல் தேக்கங்கள், ஹைடிரஜன் பொருளாதாரம் ஆகியவை அடங்கும்.

எரிபொருள்கள். கடந்தகால நிலக்கோளத்துள் அமிழ்ந்த புதை படிவ எரிபொருள்கள், சூரிய ஒளியிடமிருந்து தேக்கப்பட்ட வேதி ஆற்றலைத் தக்க வடிவில் பெற்றுள்ளன. ஆனால் இந்த எரிபொருள்கள் வரையறுக்கப்பட்ட அளவில்தான் உள்ளன. மிகவும் பொதுவான எரிபொருளாகிய நிலக்கரி தானியங்கிகளிலும் மற்றும் வீட்டில் எரிபொருளாக பயன்படுத்தலாம். புறநிலை மற்றும் சுற்றுப்புறவியலாகப் பயன்படுத்தப் பொருத்த மற்றதாகும்.

புதைபடிவு எரிபொருள் போன்றே அணுக்கரு எரிபொருள் மூலமும் தேவையானபோதுமின்தேக்கம் செய்ய இயலும். ஆனால் பயன்பாட்டுச் சாதனங்களின் இவ்வகைமையின் சுமை நாளுக்கு நாள், நேரத்துக்கு நேரம் பெரிதும் மாறுபடுவதால் மின் ஆற்றல் அமைப்பின் திறன், சராசரி பயன்பாட்டு மட்டத் திறனை விட மிகவும் (வழக்கமாக, குறைந்தது இரண்டு மடங்கு அதிகம்) அதிகமாக இருக்க வேண்டி உள்ளது. இதன் விளைவாக, மிக அரிதாகப் பயன்படும் விலை உயர்ந்த கருவிகள் கண்டிப்பாகக் கிடைக்க வேண்டி உள்ளது.

புதுப்பிக்கக் கூடிய ஆற்றல் வளங்கள். சூரியன் காற்றுப் போன்றபுதுப்பிக்கக்கூடிய ஆற்றல் வளங்களிடம் உள்ள ஒரு பொதுவான பிரச்சினை, அவற்றின் மாறும் தன்மையேயாகும். சூரியன் ஒரு பகுதி நேரத்தில் மட்டுமே ஒளிர்கின்றது. ஏனெனில், சில நேரங்கள் இரவாகவும், மேக மூட்டமாகவும் இருக்கின்றன. காற்றின் வேகம் எளிதில் முன்பே அறிந்து



படம் 1. ஏற்றித்தேக்கும் மின் நிலையம்

1. மேல்நீர்த்தேக்கம், 2. கீழ் நீர்த்தேக்கம், 3. மின் கடத்தும் கம்பி.

கொள்ள இயலாத வகையில் மாறக்கூடிய ஒன்றாகும். எனவே, இவற்றைக் கொண்டு வடிவமைக்கப்படும் நடைமுறை ஆற்றல் தேக்க அமைப்புகள் இக்குறைபாடுகளைக் கொண்டிருக்கும்.

ஏற்றித் தேக்கும் ஆற்றல் தேக்கம். மின்நிலையங்களின் திறனைப் பயன்படுத்தி இரவிலும், ஆற்றல் தேவையில்லாத நேரங்களிலும் எக்கி(pump)மூலமாக நீரை அதிகஉயரத்தில் உள்ள பெரிய தேக்கங்களுக்கு ஏற்றலாம். உச்சப் பயன்பாட்டுத் தேவையின் போது இந்நீர்த் தேக்கங்களிலிருந்து நீர்ச்சுழலிகள் வழியாக நீர் கீழே வரும்போது திறனைத் திரும்பப் பெறலாம். எக்கியால் நீரை மேலேற்றத் தேவையான ஆற்றலில் ஏறக்குறைய மூன்றில் இரண்டு பங்கு மட்டுமே நீர்த்தேக்கத்திலிருந்து கீழிறங்கும் நீர் மூலம் திறனைத் திரும்பப் பெறமுடியும். இருந்தபோதிலும் உச்சத் தேவையை நிரப்ப எக்கியால் தேக்க முறையின் மூலம் மின்னாக்க ஆகும் செலவு,பழைய நீராவிச் சுழலி, வளிமச்சுழலி மின்நிலையங்களை விட மிகவும் குறைவாக இருக்கும். ஏற்றித் தேக்கும் நீர்மின்நிலையம் பொருத்தமான இடவசதியுடன் உள்ள சில பகுதியில் மட்டுமே ஏற்படுத்தக் கூடியதாகும். மேலும் மாறுபடும் நீர்நிலையும் இயற்கையான சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை வீணாக்கும் தன்மையும் இத்தேக்க அமைப்பில் உள்ள குறைபாடுகளாகும்.

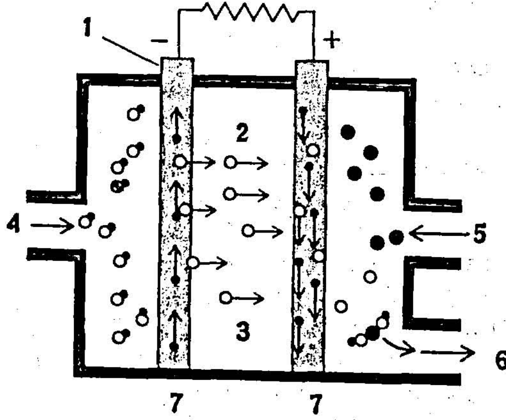
மின்கலங்கள். தற்போது பயன்பாட்டில் எந்தச் சிக்கனமான தேக்க முறைகளுக்கும்வேறுபாடுஇல்லை. மின்கலங்கள் பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்கு ஏற்றதாகவும் மலிவானதுமாகவும் இருப்பினும், அதன் மூலம் அதிக அளவு மின்சாரத்தைத் தேக்கிவைக்கப்பெருஞ் செலவாகும். இவை வேதி ஆற்றல் முறை மின்தேக்க அமைப்புகளாகும். ஒரு சுமையை மின்கலத்தோடு இணைப்பதால் வேதி ஆற்றல் மின் ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. ஆற்றலை நேரடியாகக் கொடுக்கக்கூடிய பொருள்களால் முதன்மை மின்கலங்கள் கட்டியமைக்கப்பட்டுள்ளன. துணை அல்லது தேக்க மின் கலங்களுக்கு முதலில் மின்னேற்றம் ஊட்டவேண்டும். அதன் பிறகு மின்னிறக்கமோ, மீண்டும் மின்னேற்றமோ தேவைக்கேற்றபடிப் பல முறை செய்து கொள்ளலாம்.

முதன்மை மின்கலம். ஒரு முதன்மை மின்கலம் (மின்கல அடுக்கு) எலெக்ட்ரான்களை இழக்கும் எதிர் மின்முனையையும் எலெக்ட்ரான்களை ஈட்டும் நேர்மின் முனையையும் அவை இரண்டுக்கும் இடையே ஒரு மின்பகு பொருளையும் பெற்றுள்ளது. இரண்டு வெவ்வேறு உலோகங்களுக்கு நடுவில் மின் கடத்தக் கூடிய கரைசல்அமைந்துள்ள பசை மின் கலம் மிகவும் எளிய வடிவமைப்புடைய மின்கலமாகும். இரண்டு உலோக மின் முனைகளிலும் இணைக்கப்பட்ட ஒரு கடத்தி வழியாக மின்னோட்டம் பாய்கிறது. மிகப் பரவலாக 1.5 வோல்ட் பசை மின்கலத்தில் துத்தநாகம் நேர் முனையாகவும், கரிக்கோல் எதிர்முனையாகவும், இரண்டு முனைகளுக்கும் இடையில் மாங்கனீசு-டை-ஆக்சைடு கலந்த கலவையும் உள்ளன. 1.5 வோல்ட் கார மின்கலத்தில் துத்தநாகம் நேர்முனையாகவும், மாங்கனீசு-டை-ஆக்சைடு எதிர் முனையாகவும் உள்ளன. 1.3 வோல்ட் பாதரச மின்கலத்தில் பாதரச ஆக்சைடு மற்றும் கிராபைட்டு எதிர்முனையாகவும் துத்தநாகமும், பாதரசமும் நேர்முனையாகவும் உள்ளன.

ஈய அமில மின்கலம். தானியங்கிகளுக்கு மிகப் பொதுவாகப் பயன்படும் தேக்க மின்கலம் ஈய அமில மின்கலமாகும். இவ்வடிப்படை மின்கலம் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் மூழ்கியுள்ள இரண்டு ஈயத் தகடுகளைப் பெற்றுள்ளது. நேர்மின்னோட்டம் கொண்டு மின்னேற்றம் செய்யும்போது எதிர்மின் தட்டு பஞ்சு போன்ற ஈயமாகவும் நேர்மின் தட்டு ஈயப் பெர் ஆக்சைடாகவும் மாறுகிறது. மின்கலம் மின்னிறக்கம் செய்யப்படும்போது இரண்டு தகடுகளும் ஈயச் சல்பேட்டாக மாறுகின்றன. 12 வோல்ட் உடைய மகிழுந்து மின்கல அடுக்கில் ஒவ்வொன்றும் 2 வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொண்டுள்ள ஆறு ஈய அமில மின்கலங்கள் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

எடிசன் நிக்கல் காட்மியம் மின்கலம். 1.2 வோல்ட் எடிசன் மின்கலம், நிக்கல் பெராக்சைடை எதிர் முனையாகவும், துளாக்கப்பட்ட இரும்பு நிறைந்த எஃகு குழாய்களை எதிர் மின்தட்டுகளாகவும், பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை மின்பகு பொருளாகவும் கொண்டுள்ளது. 1.2 வோல்ட் நிக்கல் காட்மியம் மின்கலம் நிக்கல் ஹைட்ராக்சைடை எதிர்முனையாகவும் காட்மியம் ஹைட்ராக்சைடை நேர்முனையாகவும், பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடுக் கரைசலை மின்பகு பொருளாகவும் கொண்டுள்ளது. இம்மின்கலம் கரடுமுரடானது. இதை மீண்டும் பல முறை மின்னேற்றம் செய்யலாம். ஓர் அடைப்பிட்ட இவ்வகை மின்கலம் கைக் கணிப்பான் மின்னணுவியற் கருவிகள் ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

வேறு வகைகள். பல்வேறு புதியவகை மின் கலங்களைச் செய்ய ஆய்வுகள் நிகழ்கின்றன. வழக்கத்திலுள்ள வகைகள் மிகவும் குறைந்த அளவு (அவற்றின் நிறை, பருமன், அல்லது செலவை ஒப்பிடும்போது) ஆற்றலைத் தேக்குவதுடன், குறைந்த ஆயுளும், தானியங்கியை இயக்கும் திறன் போன்ற பயன்பாடுகளுக்குப் பொருத்தமற்றதாகவும் உள்ளன. மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் (பல நூறு பாகை செல்சியஸ்) வேலை செய்யும் இரண்டு தேக்க மின் கலங்கள் அதிக கவனத்தைப் பெற்று வருகின்றன. அவை சோடியக் கந்தக மின்கலமும் லித்தியக் கந்தக மின் கலமுமாகும்.



படம் 2. எரிபொருள் மின்கலம்

1. எலெக்ட்ரான் 2. மின்பகு பொருள் 3. அயனிகள் 4. எரிபொருள் நுழையும் வழி 5. ஆக்சிஜனேற்றி நுழையும் வழி 6. ஆக்சிஜனேற்ற விளைபொருள் வெளியேறும் வழி 7. நுண்துளை மின்முனை.

புதிய அமைப்புகள். தொழில் நுட்ப வியலாகவும் பொருளாதாரவியலாகவும் வாய்ப்புள்ள நம்பகமான பல்வேறு புதியஆற்றல்தேக்க அமைப்புகள் வளர்க்கப் பட்டு வருகின்றன. அதிக ஆற்றல் திறனைப் பயன் படுத்திக் காற்றை நிலமட்டத்திற்குக் கீழுள்ள பெரிய பள்ளங்களில் அமுக்கி வைத்திருந்து உச்சத் தேவை யின்போது அவற்றை மேலெடுத்து வளிமச்சுழலி யில் பயன்படுத்துவது ஒரு வகையாகும். காந்தப் புலங்களில், குறிப்பாக, மிகைக்கடத்தல் காந்தங் களில், ஆற்றலைத் தேக்கும் பயன்பாடுகள் ஆராயப் பட்டு வருகின்றன. எதிர்காலத்தில் பயன்பாடுகளும், ஊர்திகளும் உடனடியாக மீண்டும் ஆற்றல் மீட்டக் கூடிய வேகமாக சுழலும் சமன்சக்கரங்களைப் பயன் படுத்தலாம்.

எரிபொருள் மின்கலம். எரிபொருள் மின்கலங்கள் வேதி ஆற்றலை நேரடியாக மின் ஆற்றலாக மாற்று கின்றன. அத்தகைய மின்கலம் ஒன்று பொட்டா சியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலினுள்ள உட்கூடா னதும், நுண் துளைகள் உள்ளதுமான மின்முனை களுக்குள் அழுத்தியேற்றப்பட்ட ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுக்களைப் பயன்படுத்துகிறது. நேர் முனையில் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மின்பகுபொரு ளில்,அது எதிர் அயனிகளுடன் வினைபுரிந்து நீரைக் கொடுக்கிறது. அதேசமயத்தில் எதிர்முனையில் ஆக்சிஜன் அணுக்கள் நீருடன் வினைபுரிந்து நேர் அயனிகளைக் கொடுக்கின்றன.

சூரிய ஆற்றல். சூரிய ஆற்றலை வெப்பவியலாக நீர், பாறைகள், உப்பு, ஆகியவை போன்ற பொருள் களைச் சூடாக்குவதன் மூலம் தேக்க இயலும். சூரிய ஆற்றலைக் கோடைக்காலம் முழுவதும் சூரியக் குளத்தில் கோடைக்குப் பின் பலமாதப் பயன்பாட் டுக்குத் தேக்கி வைக்கலாம். சூரியக் குளம் மிகவும் உப்பான நீரை அடிப்படுகையில் கொண்டிருப்பதன் மூலம் இயல்பான குளத்திலிருந்து வேறுபடுகிறது. அது வெப்பத்தை அடியிலேயே அடைத்து வைக்க முடிவதால் அடிநீர் ஏறக்குறைய கொதித்துக் கொண் டிருக்கிறது. ஏனெனில், உப்புச்செறிவுச் சரிமானம் வெப்பச் சுழற்சி ஓட்டத்தின் மூலம் வெப்பம் மேலே வருவதைத் தடுக்கிறது.

ஹைட்ரஜன். ஹைட்ரஜன் பொருளாதாரம் என்ற கருத்துக்குத் தற்காலத்தே மிகவும் அதிகக் கவனம் செலுத்தப்பட்டு வருகிறது.இந்தஆற்றல் தேக்க முறை யில் நாடு முழுவதும் குழாய் மூலம் செலுத்தவோ, நீர்ம வடிவமாக்கி ஊர்திகளில் பயன்படுத்தவோ எரிபொருள் மின்கலங்கள் அல்லது நீராவி மின் நிலையங்கள் மூலமாக மின்சாரமாக மாற்றவோ இயலும். மின்னாற்பகுப்பு அல்லது வெப்பச்சிதைவு மூலமாக நீரிலிருந்து ஹைட்ரஜனை உற்பத்தி செய்ய முடியும். அதிக எண்ணிக்கையில் பயன்படுத்துவ தற்காக ஹைட்ரஜனைச் சூரிய ஆற்றல், காற்று ஆற் றல் ஆகியன மூலமாகவும் உற்பத்தி செய்யலாம். இதன் மூலம் சூரிய ஒளி மற்றும் காற்றின் பயன் பாட்டைச் சார்ந்துள்ள நுகர்வோரை விடுவிக்கலாம்.

எதிர்கால வாய்ப்புவளம். எதிர்கால ஆற்றல் வளம் எங்கு ஆற்றல் வளங்கள் உள்ளன அவற்றை எவ் வாறு பயன்படுத்தமுடியும் என்பவற்றைப் பொறுத் தது மட்டுமல்ல; என்றும் உயரும் தரத்துடன் எவ் வளவு திறமையாக அது தேக்கப்படுகிறது என்பதை யும் சார்ந்துள்ளது. ஆற்றல் பகிர்வு, ஆற்றல் தேவை கள் ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியைப் போன்று ஆற்றல் தேக்கம் பற்றிய ஆராய்ச்சியும் இன்றியமை யாததாகும்.

எஸ். கிருஷ்ணப் பிரகாஷ்

ஆற்றல் தொழில் நுட்பம், ஹைடிரஜன்

புதைபடிவு எரிபொருள்கள் (fossil fuels) குறையத் தொடங்கும்போது, செயற்கை வேதியியல் எரிபொரு ளாக ஹைடிரஜன் முக்கியமான பங்கினை ஏற்கும். பிற்காலத்திற்கு ஏற்ற கவர்ச்சியான ஆற்றல் வளங்கள் (சூரிய அணுக்கருப்பிணைப்பு போன்றவை) பொதுவாகப் பெரிய அளவினைக் கொண்டவாயும்

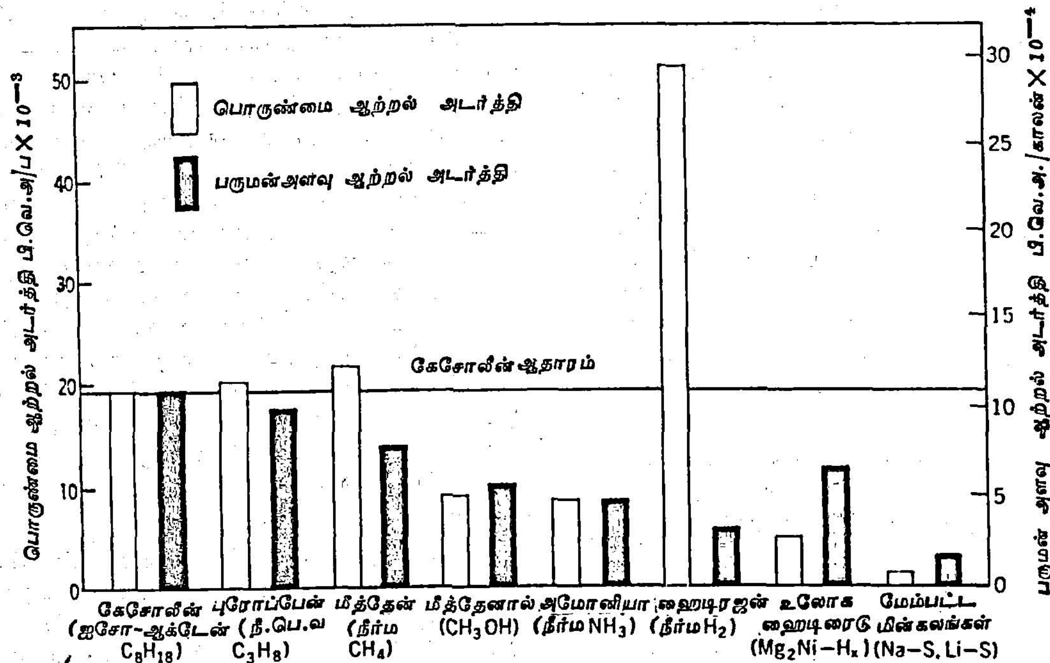
ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்ல இயலாத் தன்மையைப் பொதுவாகக் கொண்டுள்ளதாலும் அவற்றின் பரந்த அளவுப் பயன்பாடு மின்சாரத்தையும் வேதியியல் எரிபொருள்களான ஹைடிரஜன் போன்றவைகளையும் சார்ந்துள்ளன. ஹைடிரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவதிலுள்ள நன்மைகளும் தீமைகளும் கீழே விவரித்துக் கூறப்பட்டுள்ளன. மனித சமுதாயத்தில் இதனைப் பல்வேறுபட்ட ஆற்றல் பயன்பாட்டுகளுக்குச் செயற்படுத்தும் அறிவு எல்லையின் தற்போதைய நிலைஅதுவும் குறிப்பாக இதனை ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுவது இங்கு மறு ஆய்வு செய்யப்படுகின்றது. ஹைடிரஜன் ஆக்கப் பொருளாதாரமும், (economics of hydrogen production) அதன் பயன்பாடும் இங்கு விவரித்துக் கூறப்பட்டுள்ளன.

ஒட்டுமொத்தமான தற்சார்புடைய நிலைத்த நிலையிலான பிற்கால ஆற்றல் ஆக்க மாறுபாட்டில் (energy metabolism) ஹைடிரஜனின் இடத்தோற்றம் இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஹைடிரஜனின் பண்புகள் (properties of hydrogen). அட்டவணை ஒன்றில் ஹைடிரஜனின் இயற்பியல், வேதியியற் பண்புகள் (physical and chemical properties) காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்வட்டவணையில், ஹைடிரஜனைத் தாழ்வெப்பநிலையில் பயன்படும் நீர்மப் பொருளாகப் (cryogenic liquidl பயன்படுத்துவதைப் பற்றித் தனிக்கவனம் செலுத்தப் பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1. நீர்ம ஹைடிரஜனின் பண்புகள்

எண்	பண்பு	மதிப்பு
1.	கொதி நிலை	20.4 (கெ.)
2.	நீர்ம அடர்த்தி	0.0708 கிராம்/செ.மீ.^{3}
3.	ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம்	108 கலோரி/கிராம்
4.	எரிதலின் ஆற்றல் வெளிப்பாடு	29,000கலோரி/கி அல்லது 2050 கலோரி/செ.மீ^{3}(அ) 1.21×10^5ஜூல்/கிராம்
5.	சுடர் ஒளியின் வெப்ப நிலை	2,483 கெ
6.	தானே தீப்பற்று வெப்ப நிலை	858 கெ



படம் 1. பல்வேறு எரிபொருள்களின் ஆற்றல் அடர்த்திப் பண்புகளை ஒப்பிடும் வரைபடம் (வேறுபட்ட ஆற்றல் மாற்றங்களுக்கான ஈடுசெய்கையுடன் கூடியது)

முதலாவதாக, ஹைடிரஜன் ஒரு வேதியியல் எரிபொரு ளாக இருப்பதில் நன்மைகளாவன, எந்த ஒரு வேதி யியல் எரிபொருளைக் காட்டிலும் மிக்க உயர்ந்த தன் ஆற்றல் (specific energy) பெற்றிருக்கிறது.

இரண்டாவதாக இது எரிந்த-பின்னர் கொள்கை அடிப்படையில் Co_1 Co_2 மற்றும் எரியாத ஹைடிரோ கார்பன்கள் இல்லையெனக்கொள்ளும்போது, அதன் விளைபொருளாக நீர் மட்டும் கிடைக்கின்றது. ஹைடி ரோகார்பன் எரிதலில் அதன்பின் தொடரும் பொருள்களுடன் ஒப்பிடும்போது, நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுகள்கூடப் பெரிதும் குறைக்கப்பட்டுவிடு கின்றன.

மூன்றாவதாக தற்போது எங்கு ஹைடிரோக் கார்பன்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றனவோ அங்குஇத னைப்பேரளவுஎரிதல்திறமையுடன்(combustion efficiency) பயன்படுத்தலாம். அது மேலும் அய்ட்ரஜனை தூய்மையானஆக்சிஜனுடன் எரித்துச்சுழலியின்திறன் அமைப்பிற்குத் (turbine power system) தனித்தன்மை வாய்ந்த வெப்பத் திறமையை (thermal effiriency வழங்கிட வகை செய்யலாம். மேலும் இது எரி பொருள் மின்கலங்களில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப் பட்டு மின்சாரம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. ஹைடி ரஜனின்ஆற்றல் சாராத பயன்பாடுகளில்அடங்குவன, நிலக்கரியில்ருந்தும் பெட்ரோலியத்திலிருந்தும் கந்தக நீக்கம், தூய உலோகத் தாதுவினைப்பிரித்தெடுத்தல், (clean metal ore roduction) ஆகியவை ஆகும் தற் போது, ஹைடிரஜனின் பேரளவுத் தொழிற்சாலைப் பயன்பாட்டில் அடங்குவன, அம்மோனியத் தொகுப்பு (ammonia synthesis), எண்ணெய்களை ஹைடிரஜனாக்கம் செய்தல் (hydregenation of oils என்பன ஆகும். ஹைடிரஜனின் முக்கியமான தீமை யாதெனில் அதனுடைய மிகவும் குறைவான கொதி நிலை (low boiling point) (20 K) யாகும். எனவே இதனைத் தனிப்பட்ட தாழ்வெப்பக் கொள்கலங்க ளிலோ (special cryogenic containers) அல்லது டீவார் கொள்கலங்களிலோ (dewar vesels) நீர்மமா கவோ அல்லது அதனை உலோக ஹைடிரைடாகத் (metal hydrida) திரட்டியோ கையாளுதல் வேண் டும்.

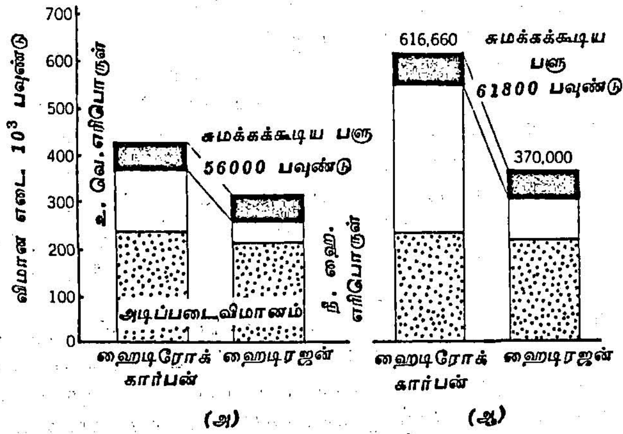
நீர்மமாக் இருக்கும்போது கூட அதன் ஓர் அலகுப் பருமனில் உள்ள ஆற்றல் அடர்த்தியானது நீர்ம ஹைடிரோக்கார்பன்களை விட, அதனுடைய மிக வும் குறைந்த அடர்த்தியின் காரணமாக, மும்மடங்கு குறைவானதாகும். இரண்டாவது தீமையாதெனில் அதனுடைய தீப்பிடித்து வெடிக்கும் அபாயமாகும். ஜெர்மன் நாட்டினுடைய பறக்கும் கப்பலான ஹின் டன்பர்க் 1937 ஆம் ஆண்டு பற்றி எரிந்து விபத்துக் குள்ளானது பொதுமக்கள் நினைவில் இருந்து வரு கின்றது. நீர்ம ஹைடிரோகார்பனைக் காட்டிலும் ஹைடிரஜனுடைய பாதுகாப்புப் பிரச்சினைகள் வேறு பட்டு இருப்பினும் அவை கடுமையாகத் தோன்ற வில்லை; மேலும் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் விண் வெளித் திட்டத்தில் ஏவுகணைக்கு எரிபொருளாக நீர்ம ஹைடிரஜன் பயன்பாட்டில் ஹைடிரஜன் பாது காப்புடையதெனச் சான்றளிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஹைடிரஜன் தேக்கம் (hydrogen storage) ஹைடிர ஜனை அழுத்தப்பட்ட வளிமமாகவோ, நீர்மமா கவோ அல்லது ஹைடிரைடாகவோ தேக்கலாம். மிக வும் அழுத்தப்பட்ட ஹைடிரஜன் வளிமம் மிகக் குறைந்த ஆற்றல் அடர்த்தி கொண்டுள்ளமையாலும் அதிக எடையிலான அழுத்தக் கலம் தேவைப்படு கின்ற காரணத்தினாலும் மிகச் சிறிய அமைப்புக ளைத் தவிர மற்றவற்றிற்கு அழுத்தப்பட்ட வளிமத் தேக்கம் முறை (compressed gas storage) கவர்ச்சிக் குறைவானதாக உள்ளது.

பத்து ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக விண்வெளித் திட்டத்தில் (space program) முதன்மையாகவும் மிக அதிக அளவிலும் நீர்ம ஹைடிரஜன் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றது. காற்று நீக்கப்பட்ட இரட்டைச் சுவர்களுடைய கொள்கலங்கள் (டீவார் கொள்கலங் கள்) அல்லது நுரைபொருள் காப்பீடுகள் (foam insulation) சிறிய பரிசோதனைக் கூடக் கொள் கலங்களிலும் இடம்விட்டு இடம் கொண்டு செல்லும் உந்துவண்டிகளிலும் 50,000 முதல் 100,000 லிட்டர் வரை கொள்ளளவு கொண்ட இருப்புவழிச் சரக்கு வண்டிகளிலும், மிகப்பெரிய அளவிலான 3,000,000 லிட்டர்கள் வரை கொள்ளளவு கொண்ட பெரிய டீவார் தேக்கக் கலங்களிலும் பரந்த அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சிறிய டீவார்களிலிருந்து 1.2% அளவில் நாளொன்றிற்கு ஆவியாதல் வழி யாக இழப்பு ஏற்படுகின்றது. 40.% அளவிலான குறிக்கோள் வடிவான கார்னோத் திறமையில் ஹைடி ரஜன் நீர்மமாக்குதல் (liquification)தற்போது நடை பெற்று வருகின்றது. மேலும் சுற்றுப்புற வெப்ப நிலையிலும் வளிமண்டல அழுத்தத்திலும் ஹைடி ரஜன் வளிமத்திற்கும் நீர்ம ஹைடிரஜனுக்கும் உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு 12.% அளவு வளிமத்தில் அடங்கி யுள்ள வேதியியல் ஆற்றலாகும்; நீர்மமாக்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றல் கிடைக்கும் வேதியியல் ஆற்ற லில் 30.% அளவாகும். இந்த ஆற்றலில் ஒரு பகுதி யினை நீர்ம ஹைடிரஜனை எரிபொருளாகப் பயன் படுத்தி மீளப்பெறலாம்.

ஹைடிரஜனை உலோகங்களுடன் சேர்த்துத் தளர்ச்சியுடன் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட ஹைடிரைடுகள் ஆக்கப்படுகின்றன, இவை உயர்த்தப்பட்ட வெப்பத் தில் பிரிக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய ஹைடிரைடுகள், நீர்ம ஹைடிரஜன் அளவிற்கும் அல்லது அதற்கும் சற்று மேலான பருமனளவு அடர்த்தியில் ஹைடிரஜ னைத் தேக்கி வைக்கின்றன; மேலும் இது அவ் உலோ கத்தின் எடைத் தன்மையைச் சார்ந்ததாகும். விரும்பத்

தக்க ஹைடிரைடுகள் Mg-Ni Mg-Cu ஆகியன ஆகும். இவை உலோகக் கலவையை அடிப்படையாகக் கொண்டவையாகும். 1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் (100,000 நியூ/மீ²) பிரிக்கப்படும் வெப்பநிலை (dissociation temperature) 250°செ. (C) ஆகும். இந்தப் பிரிக்கப்படும் வெப்பமானது ஹைடிரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும் பொறியின் வெளிப்போக்கின் வழியாகப் பெறப்படுகின்றது. உலோக ஹைடிரைடுகளில் நடைமுறைப் பிரச்சினைகள் பல உள்ளன. அவையாவன, இவற்றைப் பிரிப்பதற்கு வெப்பம் (dissociation heat)



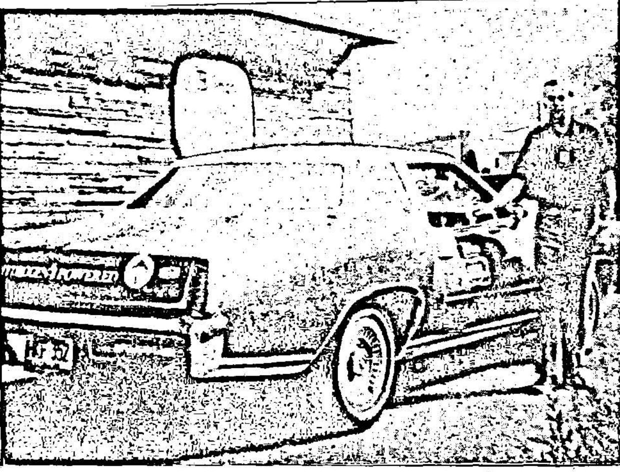
படம் 2. லாக்ஹீட் கலிபோர்னியாக் கழக மதிப்பீடுகளின் அடிப்படையில் குறை ஒலி வேக, மிகை ஒலி வேகப் போக்குவரத்து விமான வடிவமைப்புக்களின் ஒப்பிடும் எடை நிலைக் குலைவு (10^3 பவுண்டு = 454 கி.கி). (அ) குறை ஒலி வேகப் போக்குவரத்து விமானம் (தற்போதைய வடிவமைப்பின் மேம்பாடடையச் செய்யப்பட்டது.) (ஆ) மிகை ஒலி வேகப் போக்குவரத்து விமானம் (புதிய வடிவமைப்பு)

தேவைப்படுதல், மேலும் அவற்றில் நீர்மஹைடிரஜனின் தேக்கத்தைக் காட்டிலும் இதற்கான தொழில் நுட்ப அறிவு மிகக் குறைவாக உள்ளமை எவ்வாறு இருப்பினும், தீவிர ஆய்வின் மூலமாக மாற்றுத்தேக்க வழியினை (altenative storage) அடையலாம்.

விமான எரிபொருள் (air craft fuel) ஹைடிரஜனின் பொருண்மை, ஆற்றல் அடர்த்தியினால் (mass energy density) விமானத்தில் மாற்று எரிபொருளாகப் (replacement fuel) பயன்படுத்துவது கவர்ச்சியுடையதாக உள்ளது. பல்வகை விமானக் கட்டுமானக் கழகங்கள் குறை ஒலியினும் குறைவான வேக வாணிக நோக்கமுடைய தாரை விமானங்களுக்கான (sub sonic commerial jet aix craft) வடிவமைப்புக்களைச் சீர்தூக்கிப் பார்த்து மிகவும் குறைந்த எரிபொருட் சுமையுடன் (lighter fuel load) அதே அளவு சுமையினையும் தொலைவு இடைவெளியையும் அடைந்திடலாம் எனவும் அதனால் இலேசான விமானத்தையும் குறைந்த ஓடுபாதைகளையும் (shorter runways) கொண்டு எரிபொருட்சேமிப்பை ஏற்படுத்தலாம் என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன விமானத்தின் பருமன் அளவு அதிகமானதாகவும் இறக்கைகளில், எரிபொருட் தேக்கத்திற்கான அமைப்பினைக் கொண்டு (attached wing-pod tanks) விரிவாக்கப்பட்ட விமானக் கட்டுமானச் சட்டத்தைக் (expanded fuselage) கொண்டும், நீர்மஹைடிரஜனைத் தொட்டிகளில் சேமித்து வைப்பதற்காக அமைக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. செயற்கைப் பண்பாடுடைய விமான நிலையம், அதனுடைய வேலையாட்கள் விமானநிலையப் பாதுகாப்பு ஆகியவை ஹைடிரஜனுடைய தாழ்வெப்பநிலைக் கையாளுகையையும், பாதுகாப்புப் பிரச்சினைகளையும் (cryogenic handing and safety problems) எளிதாக்குகின்றன. ஓடும் போதும் நிலைத்தநிலையிலும் ஹைடிரஜனை எரிபொருளாகக் கொண்ட தாரைப்பொறிகளின் மீது சோதனைகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. ஹைடிரஜன் எரிபொருளை மிகை ஒலி, அதிமிகை ஒலி வேக விமானங்களில் பயன்படுத்த அதிக அளவு நன்மைகள் கிட்டியுள்ளன. மேலும் இத்தாழ் வெப்பநீர்மத்தினால் காற்றின் உராய்வினால் வெப்பப்படுத்தப்பட்ட முதன்மையான விளிம்புகளைக் கொண்ட விமானவளைவுப் பகுதிப்பரப்புகளைக் குளிர்ச்சியடையச் செய்யலாம்.

ஹைடிரஜனை எரிக்கும் தானியங்கிகள் (hydrogen burning automobiles) சேமிப்புப் பிரச்சினை காரணமாக ஹைடிரஜன் எரிபொருளின் மிகக் கடினமான செயற்பாட்டினைக் கொண்டதாக ஒரு தானியங்கி அமைந்துள்ளது. இக்கட்டத்தில் இரண்டு வகையான முறைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். அவை, தாழ் வெப்ப நிலைமுறைத்தேக்கம்அல்லது உலோக ஹைடிரைடுத் தேக்கம் (cryogeric or metal hydride srorage) என்பன. இவ்விரண்டு வகைத் தேக்கமும் மிக்க பருமன் அளவினையுடையவையாகும்; மேலும் தற்காலத் தொழில் நுட்பத்தில் மிக்க செலவினைக் கொண்டவையாயும் உள்ளன. எவ்வாறிருப்பினும் ஹைடிரஜனை எரிக்கும் தானியங்கியின் செயல் நிறைவேற்றம் (performance of the hydrogen burning automobile) (படம் 43) மிகச் சிறப்பு வாய்ந்ததாக உள்ளது. நகரச் சூழலில் அடையாளம் கண்டு கொள்ளத் தக்கசாதாரண நச்சுத் தன்மை கொண்ட மாசு படுத்திடும் பொருள்கள் (noxious pollutants) முழுவதுமாகக் காணப்படவில்லை; அல்லது நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகள் கலப்பு பெரிதும் குறைந்துள்ளது. மெலிந்த கலவையில் (lean mixture)விகித எரிபொருள் - காற்று

அளவு (fuel air ratio) ஸ்டாய்க்கியோமெட்ரிக் மதிப்பளவில் (stoichiometric value) பாதியளவிற்கும் குறைந்திடும்போது ஹைட்டிரஜன் நன்றாகஎரிகிறது, மேலும் கட்டுப்படுத்தும் வழியின் அளவைக் குறைக்கும் போதும் (reduced throttle) உரிய செயலைச் செய்திடாமல் வேகமாக இயங்கும் போதும்



படம் 3. ஹைடிரஜனை எரியவைப்பதற்காக மாற்றியமைக்கப்பட்ட சவர்லட். இதில் 50லிட்டர் திரவஹைஜன் கொள்கலத்தில் ஹைடிரஜன் தேக்கிவைக்கப்பட்டுள்ளது. பில்லிங்ஸ் ஆற்றல் ஆய்வுக் கழகத்தினரால் தயாரிக்கப்பட்டது.

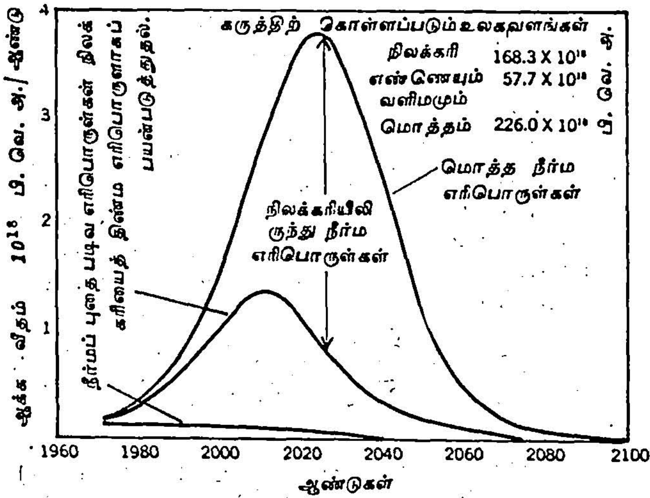
உயர் ஆற்றல் அளவினைவழங்குகின்றது. இக் காரணத்தாலும், மாசுபடுத்தும் பொருள் இல்லாமையாலும் உயர்அமுக்க விகிதத்தினை (high compression ratio) அனுமதித்தும் மேலும் உயர் திறமை கொண்ட வெளியீட்டு அமைப்புக்களைக் (efficient exhaust systems) கொண்ட ஹைடிரஜன் ஆற்றலால் இயங்கும் தானியங்கிகளில் (hydrogen powered automobiles) பெறப்படும் அனுபவம் யாதெனில் ஒரு மாதிரி எடுத்துக்காட்டாக இயங்கு சுழற்சியில் எரிபொருள் ஆற்றல் திறமை (fuel energy efficiency) கேசொலீனைக் காட்டிலும் 50% அதிகமாக உள்ளது என்பதாகும். ஹைடிரஜன் சோதனைகளில் வளிம ஹைடிரஜன் கரிகாற்று (gas carburation) மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுத்திய போதிலும் மீத்தேன்எரிதலைப் போன்று, எரிபொருள் செலுத்தும் முறையும் வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

ஹைடிரஜன் எரிபொருளை இணைந்து செல்லும் ஊர்திகளுக்குப் பயன்படுத்துதலும் மேலும் தற்போது டீசல் பொறி ஆற்றலால் இயங்கும் தரைவழி ஊர்திகளுக்கு(வண்டிகள், பேருந்துகள், கட்டுமானத்திற்கான ஊர்திகள், நிலம் அகழ்ந்தெடுக்கும் ஊர்திகள், இருப்புப்பாதைத் தொடர் வண்டியை இயக்கும் பொறி) ஹைடிரஜன் எரிபொருளைப் பயன்படுத்துதலும் தனித் தானியங்கிகளுக்குப் பயன்படுத்துவதைக் காட்டிலும் தொழில்நுட்ப முறையிலும் பொருளாதார முறையிலும் எளிமையானதாகும்.எவ்வாறிருப்பினும், தனித் தானியங்கிகள் ஆற்றலைப் பேரளவில் செலவிடும் அமைப்புக்களாக உள்ளன. இத்தானியங்கிகளைத் தூய்மையான எரிபொருளுக்கு (clean fuel) ஏற்றவையாக மாற்றம் செய்யும்போது அவை காற்றின் பண்பினைப் பெருமளவிற்குப் பாதிக்கின்றன.

ஆற்றல் தேக்கம். ஹைடிரஜன் எரிபொருள் தொழில் நுட்பத்தின் விரும்பத்தக்க பயன்பாடு ஆற்றலைத் தேக்குவதற்கான மின்திறன் ஆக்கம் ஆகும். நகர்ப்புறப் பகுதி மின்திறன் தேவை, நாள்தோறும் வாரந்தோறும் காலமாறுபாட்டிற்கேற்பவும் சுமைக் கூறுஎண் இரண்டிற்கும் மேலாக வேறுபடுகின்றது. எனவே நிறுவப்பட்டுள்ள ஆக்கத்திறன் அளவு (installed generating capacity) சிறுமத் தேவையைப்போல் (minimum demand) இரண்டு மடங்காக இருக்கவேண்டும்; அல்லது சராசரியளவைக் காட்டிலும் 30% அதிகமாக இருக்க வேண்டும். மின்திறன் கழகங்கள் தனித் தன்மை வாய்ந்த சிறிய வளிமச் சுழலி இயக்கும் மின் ஆக்கிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. உச்சத் திறன் தேவையின்போது (power demand peaks) இவற்றை வேகமாகத் தொடங்கி இயக்கலாம். மேலும் முதன்மையான நீராவி ஆக்கும் கொதிகலன்களை (steam-generating boiers) சிறுமத் திறன் தேவைக்கு ஏற்ப நீராவி வழியைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கலாம். எங்கெங்கு இட அமைப்பு வசதியாக உள்ளதோ அவ்வவ்விடங்களில், ஏற்றித் தேக்கும் நீர்மின்தேக்கம் (pumped hydro electric storage) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மின்திறன் அமைப்புகளுக்கு அணுக்கருப் பிளவு மின்நிலையங்களிலிருந்து (fission power plants) மின்திறனை வழங்கும்போது இப்பிரச்சினை மிகவும் கடினமாகின்றது.

அதிகமாகக் கிடைக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டு நீரினை மின்னாற் பகுப்பு செய்து அதன் வழியாக ஹைடிரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் தேக்கும் போது ஹைடிரஜன ஒரு நல்ல பங்கினை வகிக்கும். உச்சத் தேவைகளின்போது (demand peaks) இவ்வளிமங்களை எரிய வைத்துச் சுழலிகளுக்கு ஆற்றலை வழங்கித் தேவையான மின் திறனை ஆக்கலாம். நீர்மின் பகுப்பு (water electrolysis) தற்போது பெரிய அளவில் நடைபெறுகின்றது. வாணிக நோக்குடைய நிலையங்கள் 60முதல்65% ஆற்றல்திறமையில் (energy efficiency) செயல்படுகின்றன. ஹைடிரஜனும், ஆக்சிஜனும், அழுத்தத் தொட்டிகளில் (pressurized tanks)

தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் பெரும்பாலும் நிலத்தடியில் உப்பினால் ஆக்கப்பட்ட குவிமட்ட அமைப்புக்களிலும் (salt domes) தீர்ந்து போன எண்ணெய் அல்லது வளிமக் கிணறுகளிலும் (depleted oil or gas wells) சுண்ணாம்புக் குழிகளிலும் (limestone caverns) தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. நீருக்கு அருகிலோ அல்லது நீரின் மேலோ அமைந்



படம் 4. நிலக்கரியை, நீர்ம எரிபொருள்களாக, மாற்றம் செய்தும் செய்யாமலும் நீர்மப் புதைப் படிவு எரிபொருள்களின் ஆக்க வீதத்தை எடுத்துக் காட்டுதல்

துள்ள மின்திறன் நிலையங்களில் நீருக்கடியில் தேக்கி வைத்தலைக் கையாளலாம் என்றும் பெரிய ஞெகிழியினாலான (plastic) குவிமட்ட அமைப்புக்களை நீருக்கடியில் நிறுத்தி வைத்து அவற்றில் தேக்கி வைக்கலாம் என்றும் கருத்து தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது. ஹைடிரஜன் மற்றும் காற்றிற்குப் பதிலாக, ஹைடிரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் பயன்படுத்தும் போது எரிதல் வெப்பநிலை (combustion temperature) 3,500°செ (C) கிடைக்கின்றது. எரிக்கும் அறையில் (combustion chamber) நீரைப் பயன்படுத்தித் தேவையான வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். தொடக்க வெப்பநிலை 2,000°செ (C) ஆக இருக்கும் போது ஹைடிரஜன் ஆக்சிஜனால் செலுத்தப்படும் சுழலி(hydrogen oxygen driven turbine) 60 முதல் 70% ஆற்றல் திறமையில் (energy efficiency) மின் ஆக்கம் செய்யும். இதை வழக்கமான நீராவிக் கொதிகலன்-சுழலி ஆக்கியின் 40% திறமையுடன் (steam boiler-turbine generator efficiency) ஒப்பிடலாம். எனவே நீர்மின்பகுப்பின் ஒட்டுமொத்தமான திறமை ஹைடிரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் மீளவும் எரித்து மின் ஆக்கம் செய்வதால் கிடைக்கும் 40.% திறமையைத் தாண்டும் அளவுடையதாகும். எரிபொருள் மின் கலத்தில் (fuel cell) ஹைடிரஜனைத் தூய்மையான ஆக்சிஜனுடனோ அல்லது காற்றுடனோ சேர்த்து 50 முதல் 60% திறமையில் ஆற்றலைப் பெறலாம். இது எரிபொருள் மின்கலங்களின் எரிபொருளாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவை குறைந்த திறன் அடர்த்தி ஆற்றல் மூலங்களாக (energy sources of low power density) இருப்பதால் இடம் விட்டு இடம் கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றவை அல்ல. எரிபொருள் மின்கலங்கள், ஹைடிரஜன் ஆற்றல் தேக்கமுடைய உச்ச மின்திறன் அமைப்புகளில் (electric power peaking systems) நம்பிக்கையூட்டுவனவாய் உள்ளன.

ஹைடிரஜன் ஆக்கம் (hydrogen production). பல வழிகளில் ஹைடிரஜனை ஆக்கிடலாம். இயற்கை வளிமம் அல்லது பெட்ரோலியத்திலிருந்து, நீராவி மாற்றியமைக்கும் முறையில் (steam reforming of natural gas or petroleum) ஹைடிரஜனைப் பெரிய அளவில் தோற்றுவிக்கலாம். தற்போது தொழில்துறையில் ஆண்டிற்கு 20,000,000 டன்கள் (20×10^9கி.கி.) ஹைடிரஜன் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு வருகின்றது. எங்கெங்கு அம்மோனியா தொகுப்பு (ammonia synthesis) அல்லது ஏவுகணை எரிபொருள் (rocket fuel) தேவைக்கு ஹைடிரஜனின் தனித்தன்மை வாய்ந்த பண்புகள் தேவைப்படுகின்றனவோ அங்கெல்லாம் இம்முறை சிக்கனமாகவும் சிறப்பு வாய்ந்ததாகவும் உள்ளது. ஹைடிரோக் கார்பன்களுக்கு மாற்றுப்பொருளாக ஹைடிரஜனை எரிபொருளாகத் தோற்றுவித்தல் ஒரு சிறந்த வழி என்று கருதலாகாது. ஹைடிரோக்கார்பன்களை நேரடியாக எரிபொருள்களாகச் சிறப்பாகவும் மிகவும் சிக்கனமாகவும் பயன்படுத்தலாம். ஹைடிரோக்கார்பன் நீர்ம எரிபொருள்கள் (hydrocarbon fluid fuels) செறிவுகுறைந்து வெறுமையாக்கப்பட்ட நிலையில் அதற்கு மாற்றாக ஹைடிரஜன் எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவது முதன்மையாகக் கருதப்பட்டது. நிலக்கரியிலிருந்தும், ஹைடிரஜனைத் தயாரித்திடலாம். நிலக்கரியை வளிமமாக்கும் அல்லது நீர்மமாக்கும் முறைகளினால் (coal gasification or liquification) கிடைக்கும் பல்வேறுபட்ட எரிபொருள்களில் ஹைடிரஜன் எரிபொருள் ஒன்றாகவே அமைந்திருக்கின்றது. 950°செ(C) வெப்பநிலையிலும் உயர் அழுத்தத்திலும் நிலக்கரியுடன் நீராவிவினை புரிந்து, CO, CO_2 H_2 ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கின்றது. அடுத்தடுத்தவினைகளினால் எளிதாகப் பிரிக்கப்பட்ட CO_2 வும் தூய்மையான ஹைடிரஜனும் கிடைக்கின்றன.

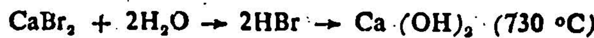
வெப்பச் சுழற்சியில் (thermal cycle) முதன்மை ஆற்றல் மூலமாக அணுக்கருப்பிளவு முறையில் உற்

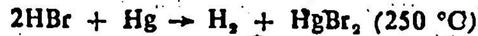
பத்தி செய்யும் உலையை இவ்வகையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம் அல்லது சூரிய வெப்ப அல்லது நிலவெப்ப ஆற்றலிலும் மின்சாரம் உடனடிவிளை பொருளாக இருக்கும்போது மின்பகுப்பு முறையில் குறைந்தது 60% ஆற்றல் திறமையில் ஹைடிரஜனைத் தோற்றுவிக்கலாம். உயர்வெப்பநிலையிலும், அழுத் தத்திலும் இயக்கிடும்போது மின்பகுப்பு முறையின் ஆற்றல் திறமையை (energy efficiency of electrolysis) உயர்த்தலாம்; இதற்கு அதிக முதலீட்டுச் செலவு உண் டாகும். 21 ஆம் நூற்றாண்டில் மிகப் பெரிய ஆற்றல் மூலமாகஅணுக்கருப்பிணைப்பு (nuclear fusion)முறை உருவாகலாம்; அப்போது வேக நியூட்ரானின் ஆற்றல் (fast nuctron energy) வெப்பம் வழங்க வகைசெய்யும்: கே.எம்.எஸ்.அணுககருப்பிணைப்புக் கழகம் (KMS Fusion, Inc.) எடுத்துக் கூறியுள்ள மாற்றுமுறையில் நியூட்ரான்களைப் பயன்படுத்தி நீரினை ஹைடிரஜனாகவும் ஆக்சிஜனாகவும் நேரடி யாகவும் பிரிக்கலாம்.

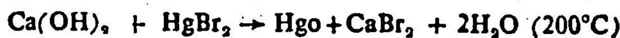
அணு உலை (nuclear reactor) சூரிய உலை (solar furnace) போன்ற முறைகளில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வெப்பத்தைத் தொடர்ந்து வேதியியல் வினைகளில் பயன்படுத்தி நீரினை ஹைடிரஜனாகவும் ஆக்சிஜனா கவும் பிரித்திடலாம். எடுத்துக்காட்டாக அத்தகைய தொடர் வரிசை, ஜீ.பெனி, சி.மார்செட்டி ஆகிய வர்களால் எடுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2. ஹைடிரஜன் எரிபொருள் ஆக்கச் செலவுகள்

ஆக்கும் முறை	செலவு இடைவெளி 10^6பி.வெ.அ.
நிலக்கரி வளிமமாக்கம்	$ 1.00-1.70
அணுக்கரு மின்னாக்கம்	$ 2.50-5.00
நீர்மமாக்கம்	$ 1.20-1.80
கேசோலீன்	$ 2.89


$$CaBr_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr \rightarrow Ca(OH)_2 \ (730\ °C)$$


$$2HBr + Hg \rightarrow H_2 + HgBr_2 \ (250\ °C)$$


$$Ca(OH)_2 + HgBr_2 \rightarrow HgO + CaBr_2 + 2H_2O \ (200°C)$$


$$HgO \rightarrow Hg + \tfrac{1}{2} O_2 \ (600°C)$$

இத்தகைய முறைகளில் ஒட்டுமொத்தமான ஆற்றல் திறமை (over all energy efficiency) 40 முதல் 60%. மாறும். இது மின் திறன், மின்பகுப்பு(electric power and electrolysis) வழிகளில் ஹைடிரஜன் ஆக்கத்தின் ஒட்டுமொத்தமான திறமையைக் காட்டிலும் அதிக மாகவே உள்ளது

ஹைடிரஜன் எரிபொருள் பொருளாதாரம். (hydrogen fuel economy) ஹைடிரஜன் பொருளாதாரத் தின் இயங்குவிசையும் (driving force) வேறு பிற வகையிலான பிற்கால ஆற்றலும் இந்த வேறுபட்ட ஆற்றல் தேர்வுகளின் ஒப்பீட்டுச் செலவுகளைச் சார்ந்தனவாகும். வெவ்வேறுபட்ட வகைகளில் ஹைடிரஜன் ஆக்கத்திற்கு ஏற்படும் செலவு இடை வெளி மதிப்பீடு (cost range estimates) சுருக்கமாக அட்டவணை 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சூரிய ஆற்றல் அணுக்கருப் பிணைப்பு ஆற்றல் மூலங்கள் வளர்ச்சியடையும் வரை நிலக்கரியிலிருந்து ஹைடிர ஜனைப்பெறுதல் விரும்பத்தக்க இடைநிலை ஏற்பாடு ஆகும்.மின்திறன் செலவுடன் நீர்மின்பகுப்பு முறையில் பெறப்படும் ஹைடிரஜன் இயற்கையாகவே நெருக்க மாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வளிமக் குழாய்த்தொடர் (gas pipeline) வழி யாக ஹைடிரஜனைப் பகிர்ந்து வழங்கலாம்; வணிகப் பகுதி அல்லது வழங்கு பகுதிக்கு அருகாமையில் இதனை நீர்மமாக்கலாம். வளிமக் குழாய்த்தொடர் வழியாகப் பகிர்ந்து ஹைடிரஜனை வழங்கிடும் முறை யில் அதனோடு ஒத்த இயற்கை வளிமத்தைப் பகிர்ந்து வழங்கிடுதலைக் காட்டிலும் 15% செலவு அதிகமாக இருக்கும். இது மேலும் இதனை ஒத்திருக்கின்ற மின்திறன் பகிர்வீட்டுச் செலவினைக் காட்டிலும் மிகவும் சிக்கனமானது. எப்படியெனில் ஆற்றலைப் பயன்படுத்துபவர்களுக்கு (energy users) குழாய் வழி ஹைடிரஜன் வளிமத்தை மட்டும் வழங்கி அதன் வழியாக எரிபொருள் மின்கலத்தில் மின் சாரத்தை ஆக்கிடலாம். ஹைடிரஜனை வழங்கி அத னால் மைய மின்னாக்கம் செய்திடும்முறையைத்தேர்ந் தெடுப்பது சரிதானா என்பது பொருளாதாரச் சமன் பாட்டு முதன்மையைப் பொறுத்ததாகும். ஹைடிரஜன் எரிபொருள் பொருளாதாரத்தின் நோக்கம் யாதெனில் சுழற்சியுடைய காலவரம்பின்றிப் பெறக் கூடிய வளமிக்க திறன் ஆக்கமாறுபாட்டு அமைப் பைத் (energy metabolism pattern) தேடுவதேயாகும். ஏனெனில் புதைப்படிவு எரிபொருள்கள் முழுவதும் வெறுமையாக்கப் பெற்ற நிலையினை அடைவதால் அவற்றை மீளவும் திரும்பப் பெறுவது பொருளாதார வகையில் விரும்பத்தக்கதாய் இல்லை.

புதைபடிவு ஹைடிரோக்கார்பன்களுக்கு நிலக் கரியிலிருந்து தயாரிக்கப் பெற்ற செயற்கை ஹைடி ரோக்கார்பன் நீர்ம எரிபொருள்கள் மாற்றாக, பொருளாதார வகையில் நீண்ட நாளைக்கான மாற்று எரிபொருளாகச் சொல்லப்பட்ட போதி லும் பெட்ரோலியம் தீர்வு அடையும் காலத்திற்கும் அதிகப்பட்ட காலம் வரை நிலக்கரியினைப் பெறும் நிலை இருந்தபோதிலும், அது கிடைக்கும் அளவும் ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டதே ஆகும். இவ் விடத்திலும் நாம் கவனமாக இருக்கவேண்டியநிலை யில் உள்ளோம். ஏனெனில் வளிமண்டல CO_2 அதிக

மாவதனால் உலகத் தட்பவெப்பநிலையில் (global climate) பெரிய மாற்றம் ஏற்படும். கடந்த 20 ஆண்டுகளில் தொகுக்கப்பட்ட செய்திக் குறிப்பு களிலிருந்து நாம் கீழ்க்கண்டவற்றை அறிகிறோம். அதாவது, ஆண்டிற்கு வளிமண்டலக் கார்பன்டை ஆக்சைடு 0.4% அளவிற்கு உயர்கின்றது; மேலும் இது 1950 முதல் 1970 களில் மொத்தத்தில் 5% அளவிற்கும் மேலாக உயர்ந்துள்ளது. இந்நூற் றாண்டு முடிவுவரை கணக்கிடும்போது மற்றுமொரு 1.5% அளவு CO_2 அதிகமாகும். உலகில் தயார் நிலையில் பெறத்தக்க நிலக்கரியினை எல்லாம் எரித் திடும் போது வளிமண்டலத்திலுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடு ஆறு மடங்கு உயர்ந்துவிடும். உலகத்தட்ப வெப்பநிலையில் கார்பன் விழுக்காட்டின் விளைவு களை நாம் முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ள முயல்வது அறிவுடைமையாகும். இதற்கிடையில் கார்பனைச் சாராத மாற்று ஆற்றல் அமைப்புகளின் மீது நாம் தீவிரமாகக் கவனம் செலுத்தவேண்டும். 21ஆம் நூற்றாண்டின் ஆற்றல் அமைப்பில் அணுக்கருப் பிணைப்போ அல்லது சூரிய ஆற்றலோ முதன்மை யான பகுதியை வழங்கும். மேலும் மின்சாரமும் செயற்கை வேதியியல் எரிபொருள்களும் ஆற்றலைக் கொண்டு செல்லும் அமைப்புகளாக அமையும். இந்நிலையில் ஹைடிரஜன் பலவகைகளிலும் மிகவும் விரும்பத்தக்க செயற்கை வேதியியல் எரிபொருளாக விளங்கும்.

ஜெ.சு.

ஆற்றல், நிலக்கரி

நிலக்கரி ஒரு திண்ம எரிபொருளாகும். இப்பொருள் எடையளவில் 50 விழுக்காடும் பருமன் அளவில் 70 விழுக்காட்டுக்கு மேலாகவும் கரிம் கொண்ட பொரு ளைப் (carbonaecous material) பெற்றிருக்கும். இப் பொருள் தாவரநொதியில் (peat) உள்ளதைப் போன்றே பல்வேறு தாவர எச்சங்கள் (plant remains) மாற்றமடைந்து மேலும் இறுகிக் கடினமாக அமைந் திருக்கும். இது தொடக்கநிலை நிலவியற் காலத்தில் (earlier geological periods) உருவானது. இவ்வுருவாக்க மானது மிக மெதுவாகவும் மிக நீண்ட கால இடை வெளியிலும் நடைபெற்றதாகும். பொருளாதார நோக்கில் நிலக்கரி மீளாக்கம் செய்ய முடியாத மூலப் பொருள் (raw materials) ஆகும். நல்லவேளையாக இவ்வுலகில் நிலக்கரி பேரளவுக் கையிருப்பு வளமாக அமைந்துள்ளது.

தாவரப் பொருள்களின் வேறுபாடுகள் காரண மாக நிலக்கரியில் பலவகைகள் தோன்றுகின்றன.

நிலக்கரி பல்வேறு வெப்பநிலை, அழுத்தங்க ளில் உருவாவதால், உருமாற்றத்தின் படிநிலை (degree of metamorphism) வேறுபட்டு நிலக்கரியின் பல்வேறு தர வரிசைகள் (ranks of coal) தோன்று கின்றன. நிலக்கரியில் கலந்துள்ள அயற்பொருளின் அளவு வேறுபடுவதால் (differences in range of impurities) அதன் பல்வேறு தரவகைகள் தோன்றுகின் கின்றன.

இயற்கை வளிமமும் (natural gas), இயற்கை நில எண்ணெயும் (crude oil), நிலக்கரியும் புதைபடிவு எரிபொருள்கள் (fossil fuels) ஆகும். எதிர்கால ஆற்றலின் முதன்மை மூலவளமாக, நிலக்கரியையே மக்கள் எதிர்நோக்கியுள்ளனர். கையாளுவதற்கேற்ற எளிமையின் காரணமாகவும், பேரளவில் கிடைப்பத னாலும், இயற்கை வளிமத்தையும், இயற்கை நில எண்ணெயையும் நிலக்கரிக்குப் பதிலாக 1940 முதல் ஆம்1960 ஆண்டுகளில் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர்.

புள்ளி விவரங்களின்படி, நிலக்கரிப் பயன்பாட் டின் அளவு பல்லாண்டுகளாகக் குறைந்துவந்துள் ளது. ஆனால், நீராவி மின் நிலையங்களில் (steam power stations) மின்னாக்கம் செய்வதற்கு முதன்மை யான எரிபொருளாக நிலக்கரி பயன்படுவதில் எவ்விதமாற்றமும் ஏற்படவில்லை. அதன் பயன்பாடு பற்றி மேலும் ஆராயப்பட்டு வருகிறது. அவை நிலக் கரிஎரியும்போது வெளியேறும் நச்சுத்தன்மைவாய்ந்த வளிமங்களைப் பதப்படுத்தி நச்சுத்தன்மையின் அளவைக் குறைத்தல், எரிப்பதற்கு முன்னர் நிலக்கரி யின் கரிம வளத்தை உயர்த்திடுதல், செயல்முறைக்கு உள்ளாக்குதல், நிலக்கரியை வளிமம், நீர்மம் ஆக் கும் திட்டங்களில் அதனை உருமாற்றி அதிக எதிர்ப்பில்லாத எரிபொருளாக மாற்றுதல் என்பன வாகும்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பட்ட பகுதியும், 20ஆம் நூற்றாண்டின் முதற் பாதியும் செயற்கை வளிமம், நீர் வளிமம், தொழில்வினை வளிமம், ஒளி யூட்டும் வளிமம், நகர வளிமம், நிலக்கரி வளிமம் போன்ற வளிமங்களைத் தயாரிப்பதற்கு நிலக்கரி முதன்மையான மூலப் பொருளாகப் பயன்பட்டது. செயற்கை வளிமத்திற்கு மாற்றாக இயற்கை வளி மத்தைப் பயன்படுத்துவதற்கான பேரளவிலான மாற்றங்கள் பின்னர் பல நகரங்களில் ஏற்பட்டன; அத்தகைய மாற்றங்களின் போது, இயற்கை வளி மத்தின் உயர் பி.வெ.அ. மதிப்பு (பிரிட்டன் வெப்ப அலகு) காரணமாக, பல மில்லியன் உலைகளையும் வழக்கிலுள்ள வளிம அடுப்புகளையும் தக்கவாறு சீர மைக்க வேண்டியதாயிற்று, எனவே நிலக்கரித் தொழில்நுட்பம் கிட்டத்தட்ட ஒரு நூற்றாண்டிற்கும் முற்பட்டதாகும்.

நிலக்கரியால் சுற்றுப்புறத்தூய்மை கெடுவதால் நிலக்கரியைப் பயன்படுத்துவதற்கும், புதியநிலக்கரித் தொழில் நுட்பம் உருவாவதற்கும்தொடர்ந்து எதிர்ப் புகள் உள்ளன. ஆனாலும், தொழில் நுட்பத்தின் வழியாகத் திறமையான, சிக்கனமான, எதிர்ப்பற்ற

நிலக்கரிப் பயன்பாட்டின் நன்மைகள் உண்டு. வரப் போகும் முப்பது, நாற்பது ஆண்டுக்காலத்திற்குள் சூரிய ஆற்றல் அணுக்கரு ஆற்றல் போன்ற மாற்று ஆற்றல் வளங்களைப் பேரளவில் பெறும் வரையில் மக்களது வாழ்க்கைத் தரத்தினைத் தொடர்ந்து நீட்டிப்பதற்குத் தேவையான ஆற்றலைப் புதிய நிலக்கரித் தொழில் நுட்பம் மட்டுமே வழங்க இயலும். இரண்டு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னர் நடந்த தொழிற் புரட்சியில் நிலக்கரி தேவையான ஆற்றலை வழங்கியது. மேலும் எப்பொழுதும் உயர்ந்து வரும் வாழ்க்கைத் தரத்திற்குத் தேவையான தூண்டு விசையினை நில்க்கரி வழங்கி வருகிறது. இத்தகைய நிலக்கரி ஆற்றல் பொருளாதாரத்தில் முதன்மையான பங்கினை வகிக்கச் செயற்கைப் பயன்பாட்டுடன் மீண்டு வருகின்றது.

நிலக்கரி வரையறைகளும் வகைப்பாடும். காற்றில்லாத போதும், பேரளவில் ஈரம் உள்ள போதும் தாவரப் பொருள்கள் (vegetable matter) நொதித்தலடைந்து (fermentation) எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களைத் தன்னுள் தக்கவைத்துக் கொண்டு, தாவரநொதி நிலக்கரி போன்ற பிட்டுமன்கள் உருவாவதைப் பிட்டுமனாக்க நொதித்தல் (bituninous fermentation) எனலாம். பிட்டுமன் நிலக்கரி ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியாக உருத்திரிபு அடைவதை ஆந்திரசைட்டாக்கம் எனலாம். தாவரப் பொருள் நிலக்கரியாக உருமாற்றம் (metamorphism) அடைவதையும் உயிர்வேதியியல் முறையில் திறள்வதனால் புதிய பொருள் உருவாவதையும், நில வேதியியல் முறையில் உருமாற்றமடைந்து நிலக்கரியாக உருவாவதையும் நிலக்கரி ஆக்கம் (coalification) என்பர். தாவரநொதி, ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியாக மாற்றம் அடையும் நிலக்கரி உருவாக்கக் கோட்பாடு ஓர் இயல்பு நிகழ்வாகக் கருதப்படுகிறது. இத்தகைய நிகழ்வில் நிலக்கரியாக்கத்தின் அளவு நிலக்கரியின் படிப்படியான தரவரிசைகளையும் நிலக்கரிப்படிவின் நிலவியற்காலத்தையும் காட்டக் கூடியன என்பதை அறியலாம். எனவே நிலக்கரி ஆக்கத்தில் தொடக்க நிலையில் ஏற்படும் தாவரநொதி, அண்மை நிலவியற்காலத்தைச் சார்ந்ததாகும். இடைப்பட்ட நிலையிலுள்ள நிலக்கரியானது டெர்ஷியரி அல்லது இடையுயிரூழி(merozoic)காலப் பெரும் பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். நிலக்கரி ஆக்கத்தில் மிகவும் முன்னேற்றமடைந்த நிலையிலுள்ள, பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியும், ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியும், கார்பனேசியக் காலப்பெரும்பிரிவைச் சார்ந்தனவாகும்.

ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி. ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி மிக உயர்ந்த உருமாற்றத் தரவரிசையைச் சார்ந்தது. இந்த நிலக்கரியின் நிலைத்த கார்பன் அளவு 92% முதல் 98% வரை அமையும். இந்நிலக்கரி கடினமாகவும், கருப்பாகவும் அரை உலோகப் பளபளப்புடன் கூடியதாகவும் அதன் புறப்பரப்பு,சங்கு முறிவுடையதாகவும் இருக்கும். ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி எளிதில் தீப்பிடிப்பதில்லை. இந்நிலக்கரி குட்டையான நீலச்சுடருடன் புகையின்றி எரியும். ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியினை வல் நிலக்கரி யென்றும் (hard coal) கல் நிலக்கரி என்றும் (stone coal) கில்கென்னி நிலக்கரி என்றும் (kilkenny coal) கருப்பு நிலக்கரி (black coal) என்றும் கூறுவர்.

இளம் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி (semi anthracite coal). இளம் ஆந்திரசைட் நிலக்கரியின் நிலைத்த கார்பன் அளவு 86% முதல் 92% வரையுள்ள உருமாற்றத் தரவரிசையில் பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரிக்கும் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்டதாகும். இருப்பினும் அதன் இயற்பியற் பண்புகள் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கும்.

இளம் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி (semi bituminous coal). பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்டநிலக்கரிக்கும் இளம் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட தரவரிசையை இந்நிலக்கரி சாரும். இந்நிலக்கரி பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரியைக் காட்டிலும் கடினமாகவும், எளிதில் உடையக் கூடியதாயும் உள்ளது. இந்த நிலக்கரி உயர்ந்த எரிபொருள் விகிதத்தினைக் கொண்டது. புகையில்லாமல் எரியக் கூடியது. இளம் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி இடைநிலைப் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி (metabituminous coal) என்றும் கூறப்படும். இந்நிலக்கரி, உலர்ந்த சாம்பலற்ற அடிப்படை ஆய்வில் 84 முதல் 91.2% வரையுள்ள கார்பனைக் கொண்டது என வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. புகையற்ற நிலக்கரியென்றும் இதனைக் கூறுவர்.

பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி (bituminous coal). துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிக்கும் இளம் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட தரவரிசையினைக் கொண்ட நிலக்கரியேஇது. இந்த நிலக்கரி 15 முதல் 20% வரையிலுள்ள எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களைக் (volatile matter) கொண்டிருக்கும். இது கரும்பழுப்பு நிறம் முதல் கருப்பு நிறம் வரையிலும் கொண்டதாகக் காணப்படுகிறது. இது புகையுடன் கூடிய சுடருடன் எரியும். பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி மிகவும் பேரளவில் கிடைக்கக் கூடிய தரவரிசையைச் சார்ந்ததாகும். இதன் காலம் கார்பானிபெர்ரஸ் காலப்பெரும் பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். இது மென் நிலக்கரி (soft coal) என்றும் கூறப்படும்.

துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி. பழுப்பு நிலக்கரிக்கும் பிட்டுமன் நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட தரவரிசையினைக் கொண்டது கருப்பு நிலக்கரியாகும். அல்லது சில வகைப்பாடுகளில் இந்நிலக்கரி கருப்படைந்த பழுப்பு நிலக்கரிக்கும் சமமாகக் கருதப்

படுகிறது. உயர்ந்த கார்பன் அளவாலும் குறைந்த ஈரத்தாலும் இதை வேறுபடுத்திக் கண்டறியலாம்.

வெளிப்படுத்தும் கலோரி வெப்ப மதிப்பிலிருந்து துணைப்பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிகளை மேலும் வகைப்படுத்தலாம்.

இளம் பிட்டுமன் A நிலக்கரி. இது ஒரு பவுண்டிற்கு 10500 அல்லது அதற்கும் மேற்பட்டதும் ஆனால் 13000 பி.வெ.அ. இற்கும் குறைவாகவும் வெப்ப வெளியீட்டைக் கொண்ட, துணைப்பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரியின் வகையாகும்.

இளம் பிட்டுமன் B நிலக்கரி. இது ஒரு பவுண்டிற்கு 9500இற்கும் அதற்கும் மேலாகவும் ஆனால் 10500பி. வெ. அ.இற்கும் குறைவான வெப்ப வெளியீட்டைக் கொண்ட துணைப்பிட்டுமன் பண்பினைக்கொண்ட ஒருவகை நிலக்கரியாகும்.

இளம் பிட்டுமன் C நிலக்கரி. இது ஒரு பவுண்டிற்கு 8300இற்கும் அதற்கும் மேலாகவும் ஆனால் 9500 பி.வெ.அ.இற்கும் குறைவான வெப்ப வெளியீட்டைக் கொண்ட துணைப்பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட வகை நிலக்கரி ஆகும்.

பழுப்பு நிலக்கரி. இது பழுப்பும் கருமையும் கலந்த நிறத்தினைக் கொண்ட நிலக்கரியாகும். நிலக்கரி ஆக்கத்தில் தூள் நிலக்கரிக்கும், துணைப் பிட்டுமன்பண்பினைக்கொண்ட நிலக்கரிக்கும்இடைப் பட்டது. இது கடினமான நிலக்கரியாகும். ஈரம் தாதுப்பொருள் அற்ற அடிப்படையில் இதனுடைய வெப்ப வெளியீட்டுக் கலோரி மதிப்பு ஒரு பவுண்டிற்கு 8300 பி. வெ. அ. ஆகும். கலோரி மதிப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு, பழுப்பு நிலக்கரி மேலும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

பழுப்பு நிலக்கரி A. இந்த வகை நிலக்கரி ஒரு பவுண்டிற்கு 6300 அல்லது அதற்கும் மேலும் 8300 இற்கும் குறைவாயும் பி, வெ. அ. மதிப்பினைக் கொண்டிருக்கும். இதனைக் கரும் பழுப்பு நிலக்கரி என்றும் கூறுவர்.

பழுப்பு நிலக்கரி B. இது ஒரு பவுண்டிற்கு 6300 பி. வெ. அ. இற்கும் குறைவான வெப்ப வெளியீட்டு மதிப்பினைக் கொண்ட பழுப்பு நிலக்கரி.

தாவரநொதி (peat). இது தாழ்ந்த சேற்று நிலம், நீர் செறிந்த சதுப்பு நிலம் போன்ற நீர் செறிவுற்ற சூழலில், பாதி சரியாக்கப்பட்ட தாவரக் கழிவுகளின் கெட்டியாக்கப்படாத படிவாகும். மேலும் இது தொடர்ந்து உயர் ஈர அளவினைக் (குறைந்தது 0.75%) கொண்டிருக்கும். நிலக்கரி உருவாக்கத்தில், தூள் நிலக்கரியானது ஆரம்ப நிலையினையும் அல்லது தொடக்கத் தரவரிசையினையும் காட்டுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. இதில் கரி 60 விழுக்காடும் ஆக்சிஜன் அளவு 30 விழுக்காடும் இருக்கும். தாவரப் பொருளின் கட்டமைப்புக்களை இதில் காணலாம். உலர்த்திய பின்னர், தூள் நிலக்கரி கட்டற்று எரிகிறது.

தாவரநொதி நிலக்கரி (cannel). இச்சொற்றொடர் இரு பொருள்களைக் குறிக்கும். அவை, (அ) தூள் நிலக்கரிக்கும் பழுப்பு நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட மாறு நிலையைக் கொண்ட நிலக்கரி, (ஆ) செயற்கையாகக் கரியாக்கப்பட்ட தூள் நிலக்கரி என்பனவாகும் இது எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

கேனல் நிலக்கரி (cannel coal). இந்த நிலக்கரி செறிந்த திண்ணிய கட்டுறுதியான நிலக்கரி ஆகும். இது மங்கலானது முதல் மெழுகுபோன்ற பளபளப்பும் சங்கு முறிவும் கொண்டு திண்ணியநிலையில் காணப்படுகின்றது. இது அரைப்பதற்கேற்ற தன்மையைக் கொண்டும் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையைக் மிகுதியாகக் கொண்டும் இனங்காணப்படும். அமெரிக்க நாட்டின் தரங்களின்படி இந் நிலக்கரி 5% க்கும் குறைவான ஆந்திராசைலானைக் கொண்டிருக்கும். இந்நிலக்கரிக்குக் கீழ்க்கண்ட இணையான பெயர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன மெழுகு நிலக்கரி (causle coal) கெர்னல் நிலக்கரி (kernalocal), கேன்னல் (cannel), கேன்னலைட்டு (cannelite), கிளி நிலக்கரி (parrot coal) கர்லி கேன்னல் (curley cannel) என்பனவாகும். நிலைத்த நீர் நிலைகளில் எஞ்சிய கரிமப் பொருள்களிலிருந்து நேர்த்தியாகப் பிரிக்கப்பட்ட தாவரப் பொருளிலிருந்தும் ஸ்போர்களிலிருந்தும் பாசிகள் போன்றவைகளிலிருந்தும், இந் நிலக்கரி பெறப்படுகின்றது. தூள் நிலக்கரி ஆக்கம் போன்றன்றி, காற்றற்ற நிலைகளில் வாழும் உயிரினங்கள் அழுகுவதன் காரணமாய் இந்நிலக்கரி உருவாகின்றது.

நிலக்கரியின் தர வரிசைகள் (ranks of coal). இனமாகக் குறிப்பிடுவதற்கேற்றவாறும், எரிக்கும் சாதனத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கேற்றவாறும் வெப்பப் பரிமாற்றப் பரப்புகளின் வடிவமைப்பிற்கும் அதன் அமைவிற்கும் ஏற்றவாறும் (தேவையான குறிப்புகளை வழங்குவதற்கேற்றவாறும்), இறுதிப் பயன்பாட்டுக்கேற்றவாறும், நிலக்கரிகள் பலவகைகளில் தரப்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் உருமாற்ற அளவிற்கு ஏற்றவாறும் அல்லது பழுப்பு நிலக்கரி முதல் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி வரையிலுள்ளபடிப்படியான மாற்றத்திற்கேற்றவாறும், நிலக்கரியின் அடுக்கு வகைப்படுத்தப்படுகின்றது.

எளிதில் ஆவியாகும் பொருளும் நிலைத்த கார்பனும், இயல்பான ஈரமும் அல்லது படுகையில் அமைந்த ஈரமும் நடுநிலைப்படுத்தப்பட்ட ஈரமும், 30° செ.இலும், 97% ஈரப்பதத்திலும் உள்ள ஆக்சிஜனும் இவையாவும் நிலக்கரியைத் தர வரிசைப்படுத்தக் காரணமாகின்றன. ஆனால் எந்த ஓர் இனமும்

நிலக்கரியை முழுமையான வரையறுத்து வரிசைப் படுத்துவதில்லை. தாதுப் பொருள் அற்ற அடிப்படையில் கணக்கிடும் போது நிலைத்த கார்பன் அளவையும் கலோரி மதிப்பையும் வகைப்படுத்தும் தேர்வு முறையாகச்சோதனைக்கும், பொருள்களுக்கும் ஏற்படுத்தப்பட்ட அமெரிக்கக் குழு பயன்படுத்துகின்றது.

நிலக்கரி உருவான கால வேறுபாட்டுத் தகவலினை முறையாகப் பயன்படுத்தி நிலக்கரியின் தரவரிசைகளைக் கண்டறிய வேண்டும். வயது முதிர் நிலக்கரிகளை வரிசைப்படுத்துவதற்கான தேர்வு முறையாக உலர்ந்த, தாதுப்பொருள் அற்ற நிலைத்த கார்பன், அல்லது எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் அடிப்படை, பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இருப்பினும், இத்தகைய மதிப்பின் அடிப்படையில், மிக அண்மைக் காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட இளம் நிலக்கரிகளைத் தரவரிசைப்படுத்துவது பொருத்தமாக அமையவில்லை. இளம் நிலக்கரிகளை வகைப்படுத்த ஈர, தாது-பொருள்-அற்ற பி.வெ.அ. அடிப்படை நம்பத்தக்கவாறு அமைகின்றது. இத்தகைய அடிப்படை, முதிர் நிலக்கரிகளுக்குச் சிறிதளவு வேறுபாட்டினைக் காட்டுவதாயும், ஆனால் இளமையான நிலக்கரிகளுக்கு மிகுந்த அளவில் முறையான வேறுபாட்டினைக் காட்டுவதாயும் அமைகின்றது.

அட்டவணை 1 இல் தரவரிசையாகவும், அல்லது காலத்தின் அடிப்படையிலும், முதன்மையான நிலக்கரிகள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. முன்னர்க் கூறப்பட்டுள்ள பத்திகளில் குறிப்பிடப்பட்ட தேர்வு முறைகளைக் கொண்டு, முதிர் நிலக்கரியும் இளம் நிலக்கரியும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அட்டவணை 1 இல் கூறப்பட்ட பிரிவுகள் யாவும் முறையாகத் தரவரிசைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் 17 வகையான நிலக்கரிகள் அட்டவணை 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன (பக்கம் 421, 422).

அமெரிக்க அமைப்பைப் போன்றல்லாமல், ஐரோப்பிய நாடுகளிலும், உலகின் மற்ற பகுதிகளிலும் நிலக்கரியை வகைப்படுத்துதல் வேறுபடுகின்றது. ஐரோப்பிய நாட்டினர் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்துகின்றனர். அவையாவன, 1.வகையைச் சார்ந்து கடின நிலக்கரிகளை அனைத்து நாட்டின் வழியாக வகைப்படுத்துதல் 2. பழுப்பு நிலக்கரிகளை அனைத்து நாட்டின் வழியாக வகைப்படுத்துதல் இத்தகைய வகைப்படுத்தும் முறைகளை 1949 ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்ட ஐரோப்பியப் பொருளாதாரப் பொறுப்புக்குழுவின் நிலக்கரிக்குழு உருவாக்கியது. கடின நிலக்கரி என்ற சொற்றொடர், ஈரம், சாம்பல், அற்ற அடிப்படையில் ஒரு பவுண்டிற்கு 10260 பி.வெ.அ. கலோரி மதிப்புக்கும் அதிகமான மதிப்பினைக் கொண்ட நிலக்கரியாக வரையறுக்கப்படுகின்றது. ஒரு பவுண்டிற்கு 10260 பி.வெ.அ.இற்கும் குறைவான கலோரி மதிப்பைக் கொண்ட நிலக்கரி பழுப்பு நிலக்கரி என்று குறிப்பிடப்படுகின்றது.

ஐரோப்பிய நாட்டவர்களுடைய சொல்லில் பயன்படுத்தும் வகை (type) என்ற சொல்லானது அமெரிக்க நாட்டவரது நிலக்கரியினை வகைப்படுத்தும் கலைச்சொல்லில் பயன்படும் தரவரிசை (rank) என்ற சொல்லிற்கு இணையானதாகும். அவ்வாறே ஐரோப்பிய நாட்டவர்களுடைய கலைச்சொல்லில் வகுப்பு (class) என்ற சொல்லிற்கு அமெரிக்க நாட்டவரது தரவரிசை (rank) என்ற சொல் இணையானதாகும்.

வணிக நிலக்கரி அளவுகள்

ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி. அட்டவணை3இல்(பக்கம் 423) ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரிக்கான செந்தர அளவுகள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. எரிக்கத்தக்க வளிமத்தை ஆக்கம் செய்யும் அமைப்புகளிலும் கையால் எரிக்கும் வீட்டு அடுப்புகளுக்கு உடைந்த முட்டைவடிவிலும் கொட்டை வடிவிலும் பட்டாணி வடிவிலும் பலவகை நிலக்கரிகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எந்திரமுறை எரிக்கும் சாதனங்களில் பக் கோதுமை வடிவ நிலக்கரி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

பிட்டுமன் நிலக்கரி. பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியின் அளவுகள் நன்கு தரப்படுத்தப்படவில்லை. ஆனால் கீழ்க்காணும் அளவுகள் வழக்கமாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றன.

சுரங்கத்திலிருந்து செல்பவை. இது சுரங்கத்திலிருந்து பெறப்பட்டவாறே தூசி முதலியவற்றைச் சல்லடையிட்டு நீக்காமல் கப்பலில் கொண்டு செல்லப்படும் நிலக்கரியைக் குறிக்கும். வணிக முறையில் நீராவியை ஆக்கம் செய்யவும் வீடுகளை வெப்பப்படுத்துவதற்கும் இந்த நிலக்கரி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

சுரங்கத்திலிருந்து செல்பவை. சுரங்கத்திலிருந்து செல்லும் நிலக்கரியாகும். இவை பெரிய அளவைக் கொண்ட கட்டிகள் உடைவதால் தோன்றுபவையாகும்.

கட்டி (13 செ.மீ). இந்த அளவினைக் கொண்ட நிலக்கரிகள் 13 செ.மீ வட்டத்துளையின் வழியாகச் செல்லா.இவற்றைக்கையால் எரியவைக்கும் அடுப்புகளுக்கும், வீட்டின் தேவை சார்ந்த பயன்பாடுகளிலும் பயன்படுத்துவர்.

முட்டை வடிவானது (13முதல் 5 செ.மீ வரை). இந்த அளவினைக் கொண்ட நிலக்கரிகள் 13 செ.மீ வட்டத் துளையில் செல்லக் கூடியவை. ஆனால் 5 செ.மீ வட்டத் துளையினைக் கொண்ட அரிதட்டிகளில் தக்கவைக்கப்படுகின்றன. எரிக்கும் வளிமத்தை ஆக்கம் செய்யும் அமைப்புகளிலும், வீட்

அட்டவணை 1. நிலக்கரிகளைத் தரவரிசையாக வகைப்படுத்துதல் (ASTM)

வகுப்பு		பிரிவு	நிலைத்த கார்பன் இடைவெளி (உலர்ந்த தாதுப் பொருள் அற்ற அடிப்படையில்)		எளிதில் ஆவியாகும் பொருட்களின் இடைவெளி% (உலர்ந்த தாதுப் பொருள் அற்ற அடிப்படையில்)		கலோரி மதிப்பு இடைவெளி பி. வெ. அ./பவுண்டு ஈரத், தாதுப் பொருள் அற்ற அடிப்படையில்)		இயல்பு
			சமமான அல்லது அதிகமான	குறைவான	அதிகமான	சமமான அல்லது அதிகமான	சமமான அல்லது அதிகமான	குறைவான	
1. ஆந்திர சைட்டு	1.	இடைநிலை ஆந்திரசைட்டு	98	—	—	2	—	—	திரளாதது
	2.	ஆந்திரசைட்டு	92	98	2	8	—	—	திரளாதது
	3.	இளம் ஆந்திர சைட்டு	86	92	8	14	—	—	திரளாதது
11. பிடுமன் இயல்பு	1.	குறைந்த, எளிதில் ஆவியாகும் பிட்டுமன் இயல்பு	78	86	14	22	—	—	
	2.	இடைப்பட்ட, எளிதில் ஆவியாகும் பிட்டுமன் இயல்பு	96	78	22	31	—	—	பொதுவாகத் திரள்வது
	3.	உயர்ந்த, எளிதில் ஆவியாகும் பிட்டுமன்	—	69	31	—	14,000 அ	—	
	4.	உயர்ந்த, எளிதில் ஆவியாகும் இயல்பு பிட்டுமன் இயல்பு	—	—	—	—	13,000	14,000	
	5.	உயர்ந்த, எளிதில் ஆவியாகும் பிட்டுமன் இயல்பு	—	—	—	—	11,500 10,500	13,000 11,500	திரள்வது
111. துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு	1.	துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு	—	—	—	—	10,500	11,500	திரள்வது

	2. துணைப்பிட்டுமன் B	— — — —	9,500	10,500	திரள்வது
	3. துணைப்பிட்டுமன் C	— — —	8,300	9,500	
IV. பழுப்பு நிலக்கரி	1. பழுப்பு நிலக்கரி A	— — — —	6,300	8,300	திரளாதது
	2. பழுப்பு நிலக்கரி B	— — — —	—	6,300	

ஈரம் என்பது, இயற்கையான உள்ளார்ந்த ஈரத்தினைக் கொண்ட நிலக்கரியைக் குறிப்பிடும். ஆனால், நிலக்கரியின் புறப்பரப்பில் காணும் நீர் இதில் அடங்காது.

அ. கலோரி மதிப்பைச் சாராமல், நிலைத்த கார்பன் (fixed carbon) அளவினையும் சார்ந்து வகைப்படுத்தப்படுகின்றது. உலர்ந்த தாதுப்பொருள் அற்ற அடிப்படையில் 69 விழுக்காட்டிற்கும் அதற்கும் அதிகமான நிலைத்த கார்பனைக் கொண்ட நிலக்கரிகள்

ஆ. பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட வகுப்பிலுள்ள பிரிவுகளில், திரளும் தன்மையற்ற வகைகள் இருக்கலாம் எனக் கருதப் படுகின்றது. மேலும் உயர்ந்த எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையுடைய பிட்டுமன் இயல்புப் பிரிவில், குறிப்பிடத்தக்க விதிவிலக்குகள் காணப்படுகின்றன.

இ. திரளக் கூடிய தன்மையுடையது என்பது, குறைந்த எளிதில் ஆவியாகும் பிரிவில், பிட்டுமன் இயல்பு வகுப்பின் கீழ் வகைப்படுத்தப் படும் நிலக்கரி.

தாதுப் பொருள் அற்ற நிலைத்த கார்பனும், தாதுப்பொருள் அற்ற பி.வெ. அலகும் கீழ்க்காணும் வாய்பாடுகளால் வரையறுக்கப் படுகின்றன.

பார் (parr) வாய்பாடுகள்

உலர்ந்த, தா. பொ.அற்ற நி.கா. $= \frac{F,C - 0.158}{100 - (M + 1.08\,A + 0.55\,S)} \times 100\%$

உலர்ந்த, தா.பொ.அற்ற எ.ஆ. = உலர்ந்த, தா.பொ.அற்ற நி.கா.%

ஈர, தா, பொ. அற்ற பி. வெ. அ, $= \frac{\text{பி.வெ.அ} - 50S}{100 - (1.08A + 0.55S} \times 100\%$, ஒரு பவுண்டிற்கு

ஏறத்தாழச் சரியான வாய்பாடுகள்

உலர்ந்த, தா. பொ. அற்ற நி. கா. $= \frac{FC}{100 - (M + 1.1A + 0.15)} \times 100\%$

உலர்ந்த, தா. பொ - அற்ற பி. வெ. அ. = 100 - உலர்ந்த, தா. பொ. அற்ற நி. கா. %

ஈரத், தா. பொ. அற்ற பி. வெ. அ. $= \frac{\text{பி.வெ.அ}}{100 - (1.1A + 0.1\,S)} \times 100\%$, ஒரு பவுண்டிற்கு

பயன்படுத்திய குறியீடுகள்

தா. பொ. — தாதுப்பொருள்; பி. வெ. அ — ஒரு பவுண்டு வழங்கும் வெப்ப மதிப்பு

நி.கா. = நிலைத்த கார்பன்

எ. ஆ. = எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்

M—படுகை ஈரம்

A—சாம்பல்

S—கந்தகம்

அட்டவணை 2 ASTM வகைப்படுத்தியவாறு முறையாக வரிசைப்படுத்தப்பட்ட அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் கிடைக்கும் நிலக்கரி வகைகள்

				ஈரப்படுகை அடிப்படையில் நிலக்கரி ஆய்வு								
நிலக்கரி வகுப்பு	தர வரிசை பிரிவு	மாநிலம்	மாவட்டம்	ஈ	எ.ஆ.	நி.கா.	சா	க	பி.வெ.அ.	தரவரிசை நி.கா	தரவரிசை பி.வெ.அ.
I	1	பென்சில்வேனியா	ஷுயில்கில்	4.5	1.7	84.1	9.1	0.77	12,745	99.2	14,280
I	2	பென்சில்வேனியா	லாக்கவான்னா	2.5	6.2	79.4	11.9	0.60	12,925	94.1	14,880
I	3	வர்ஜீனியா	மான்ட்காமரி	2.0	10.6	67.2	20.2	0.62	11,925	88.7	15,340
II	4	மேற்கு வர்ஜீனியா	மெக்டவல்	1.0	16.6	77.3	5.1	0.74	14,715	82,8	15,600
II	1	பென்சில்வேனியா	கேம்பிரியா	1.3	17.5	70.9	10.3	1.68	13,800	81.3	15,595
II	2	பென்சில்வேனியா	சோமர்செட்	1.5	20.8	67.5	10.2	1.68	13,720	77.5	15,485
II	2	பென்சில்வேனியா	இண்டியானா	1.5	23.4	64.9	10.2	2.20	13,800	74.5	15,580
II	3	பென்சில்வேனியா	வெஸ்ட்மூர்லாந்து	1.5	30.7	56.6	11.2	1.82	13,325	65.8	15.230
II	3	கென்டகி	பைக்	2.5	36.7	57.5	3.3	0.70	14,430	61.3	15,040
II	3	ஒஹியோ	பெல்மான்ட்	3.6	40.0	47.3	9.1	4.00	12,850	55.4	14,380
II	4	இலினாய்ஸ்	வில்லியமான்	5.8	36.2	46.3	11.7	2.70	11,910	57.3	13,710
II	4	உடா	எமரி	5.2	38.2	50.2	6.4	0.90	12,600	57.3	13,560
II	5	இலினாய்ஸ்	வர்மில்லியன்	12.2	38.8	40.0	9.0	3.20	11,340	51.8	12,630
III	1	மான்ட்டனா	சல்ஷெல்	14.1	32.2	46.7	7.0	0.43	11,140	59.0	12,075
III	2	வையோமிங்	ஷெரிடான்	25.0	30.5	40.8	3.7	0.30	9,345	57.5	9,745
III	3	வையோமிங்	கேம்பெல்	31.0	31.4	32.8	4.8	0.55	8,320	51.5	8,790
IV	1	வடக்கு டக்கோட்டா	மர்சர்	37.0	26.6	32.2	4.2	0.40	7,255	55.2	7,610

குறிப்பு: நிலக்கரியின் தரவரிசைக்கான வரையறை அட்டவணை 1 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஈ - ஈரச்சமநிலை %. எ.ஆ. – எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் %.

நி.கா - நிலைத்தகார்பன், %. சா, - சாம்பல், %. க - கந்தகம், %.

பி.வெ.அ - உலர்ந்த வெப்பமூட்டும் மதிப்பு, ஒரு பவுண்டிற்கானது,

நி.கா - நிலைத்த கார்பன். %.

தரவரிசை பி.வெ.அ - ஒரு பவுண்டிற்கு ஈரம், தாதுப் பொருள் அற்ற பி.வெ.அ. இக்கணக்கீடுகள் யாவும் அட்டவணை 1 இல் வரையறுக்கப்பட்ட பார் வாய்பாட்டின் (Parr formula) அடிப்படையில் அமைந்தவை.

அட்டவணை 3, ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி அளவுகள்

	துளையின் விட்டம் (செ.மீ)	
வணிகப் பெயர்	நுழைவது	நுழையாதது
உடைந்தது (broken)	10.5	8 முதல் 7.5 வரை
முட்டை வடிவானது (egg)	8 முதல் 7.5 வரை	6.1
கனப்படுத்தற்கானது (stove)	6.1	4.0
கொட்டை வடிவானது (nut)	4.0	1.9
பட்டாணி வடிவானது (pea)	1.9	1.4
பக் கோதுமை (buck wheat) வடிவானது	1.4	0.8
அரிசி வடிவானது (rice)	0.8	0.5

அட்டவணை 4 – நிலக்கரியை ஆக்கம் செய்யும் உலகின் முதன்மையான நாடுகள்

நாடு	முதன்மையான ஆக்கம் செய்யும் நாடுகளின் விழுக்காடு	மதிப்பிடப்பட்ட ஆண்டு ஆக்க அளவு (மில்லியன் டன்கள்)
அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	28.1	556
சோவியத் நாடு	26.7	529
மக்சட் குடியரசுச் சீனா	22.8	452
இங்கிலாந்து	8.2	162
போலந்து	8.1	160
ஜெர்மன் கூட்டுக்குடியரசு	6.1	122

மையத் திரட்டும் முறை இல்லாமையினால், உலகின் சில பகுதிகளிலிருந்து நம்பத்தக்க குறிப்புகள் கிடைப்பது இயலாமற் போகின்றது. இவ்வகையைச் சார்ந்த புள்ளித் தொகுப்புகள் ஏற்பதற்கான மதிப்பீடுகளேயாகும். மேற்கண்ட எண்கள் 1971 ஆம் ஆண்டிற்கானவை.

டில் எரிக்கும் சாதனங்களிலும் கையால் எரியவைக்கும் அடுப்புகளிலும், இதனைப் பயன்படுத்துவர்.

கொட்டை வடிவானது (5 முதல் 3 செ.மீ வரை). சிறியதொழிற்சாலை எரிபொருளூட்டும் கருவிகளிலும் வளிமம் ஆக்கும் கருவிகளிலும் கையால் எரியவைக்கும் அடுப்புகளிலும் இந்த அளவுடைய நிலக்கரி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

எரிபொருளூட்டும் கருவிக்கான நிலக்கரி (3 செ.மீ முதல் 2 செ.மீ வரை). வீடுகளில் எரிப்பதற்காகவும் சிறிய தொழிற்சாலை எரிபொருளூட்டும் கருவிகளிலும் இந்த அளவுள்ள நிலக்கரி பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

தளர்ந்தது (3 செ.மீட்டரும் அதற்குக் கீழும்). இந்த நிலக்கரி தூளாக்கும் எந்திரங்களிலும், சுழல் காற்று உலைகளிலும், தொழிற் சாலை எரிபொருளூட்டும் கருவிகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

அட்டவணை 5. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியின் ஆக்கம்

மாநிலங்கள்	ஆக்கத்தில் பெரும அளவினைக் கொண்ட ஆண்டு (1971-ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர்)		ஆக்க மில்லியன் டன்கள்			
	ஆண்டு	அளவு	1936	1968	1970	1972
அலபாமா	1926	21.001	14.219	16.440	20.560	20.814
அர்கான்சாஸ்	1907	2.670	.236	.211	.268	.428
கொலராடோ	1917	12.483	5.222	5.558	6.025	5.522
இலினாய்ஸ்	1918	89.291	63.571	62.441	65.119	65.523
இண்டியானா	1618	30.679	17.326	18.486	22.263	25.949
ஐயோவா	1917	8.966	1.025	.876	.987	.851
கான்சாஸ்	1918	7.562	1.122	1.268	1.627	1.227
கெண்டகி	1970	125.305	93.156	101.156	125.305	121.187
மேரிலாந்து	1907	5.533	1.222	1.447	1.615	1.640
மிசௌரி	1917	5.671	3.582	3,205	4.447	4.551
மான்ட்டனா	1944	4,844	.419	.519	3.447	8.221
நியூமெக்சிகோ	1970	7.361	2.755	3.429	7.361	8.248
வடக்கு டக்கோட்டா	1970	5,639	3.543	4.487	5.639	6.632
ஒஹியோ	1970	55.351	43.341	48.323	55.351	50.967
ஒக்லஹாமா	1920	4.849	.843	1.089	2.427	2.624
பென்சில்வேனியா	1918	178.551	81.443	76.200	80.491	75.939
டென்னசி	1956	8.848	6.309	8.148	8.237	11.260
உட்டா	1947	7.429	4.635	4.316	4.733	4.802
வர்ஜீனியா	1968	26.966	35.565	36.966	35.016	34.028
வாஷிங்டன்	1918	4.082	.059	.178	.037	2.634
மேற்கு வர்ஜீனியா	1947	176.157	149.681	145.921	144.072	123.743
வையோமிங்	1945	9.847	3.670	3.829	7.222	10.928
மற்ற மாநிலங்கள்	—	—	.937	.752	.683	7.668
மொத்த அ. ஒ. நா.	1947	630.624	533.881	545.245	602.932	595.386

ஆக்கத்தில், அலாஸ்க்கா, அரிசோனா, கலிபோர்னியா, ஜார்ஜியா, இடாஹோ, மிச்சிகன் வடக்குக் கரோலினா, ஆரிகான், தெற்கு டக்கோட்டா டெக்சாஸ் ஆகியவை அடங்கும் 1972-ஆம்ஆண்டின் மொத்த ஆக்கம் ஆரம்பக்காலப் பதிவுக்குறிப்புகளிலிருந்து படிப்படியாகச் சேர்க்கப்பட்ட அளவான 36,151,919000 டன்களென மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியின் பயன்பாடு

(இறுதிப் பயன்பாடுகள் வழியாக மில்லியன் டன்கள்)

ஆண்டு	மின் திறன் பயன்பாடுகள்	கப்பல் நிலக்கரித் தொட்டி வெளி நாட்டு வணிகம்	இருப்பு வழிப் பாதைகள்	தேன்கூடு கனமையக் கொண்ட கோக் நிலையங்கள்	முடுலையடுப்பு மனைக் கொண்ட கோக் நிலையங்கள்	எஃகு ஆலை உருட்டி அழுத்தும் ஆலைகள்	சிமெண்ட் ஆலைகள்	மற்ற தயாரிக்கும் தொழில், சுரங்கத் தொழிற் சாலை	சில்லரை விற்பனை	மொத்தம்
1935	30.936	26.83	77.109	1.469	48.046	16.585	3.456	94.598	80.444	356.326
1940	49.126	82.99	85.130	4.803	76.583	14.169	5.559	107.864	84.687	430.910
1945	17.603	3.192	125.120	8.135	87.214	14.241	4.203	126.562	119.297	559.567
1950	88.262	2.042	60.969	9.088	94.757	10.877	7.923	95.862	84.422	454.202
1955	140.550	1.499	15.473	2.869	104.508	7.353	8.529	89.611	53.020	423.412
1960	173,882	.945	2.101	1.640	79.375	7.378	8.216	76.487	30.405	380.412
1965	242.729	.655	(அ)	2.693	92.086	7.466	8.873	85.614	19.048	459.164
1970	318.921	.298		1.428	94.591	5.410	(ஆ)	82.909	12.072	515.629
1971	326.280	.207		1.278	81.531	5.560		68.655	11.351	494.862
1972	348.612	.163		1.059	86.213	4.850		67.131	8.748	516.776
1973	386.879	.116		1.310	92.324	6.356		60.837	8.200	556.022

(அ) இருப்புவழிப்பாதைப் பொறிகள் டீசல் எரிபொருளைப் பயன்படுத்தியமையால் புள்ளித்தொகுப்பு நுண்ணாய்வு தொடரப் படவில்லை.

(ஆ) 1970-ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு சிமெண்ட் ஆலைகளுக்கான புள்ளித் தொகுப்பு விவரங்கள் மற்ற தயாரிக்கும் தொழில், சுரங்கத் தொழிற்சாலை என்னும் தலைப்பின் கீழ்ச்சேர்க்கப்பட்டன.

இவ்வெண்கள் வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்ததைத் காட்டவில்லை. எனவே அட்டவணை 5இல் குறிப்பிடப்பட்ட எண்களைக் காட்டிலும் குறைவாயுள்ளன.

நிலக்கரி ஆக்கமும் பயன்பாடும்

அட்டவணை 4-இல், உலகின் எல்லா நிலக்கரித் தேவையினையும் நிறைவு செய்ய, உலகின் 6 நாடுகளிலிருந்து மட்டுமே நிலக்கரி ஆக்கம் செய்யப் படுவதைக் காணலாம். அட்டவணை 5இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி ஆக்கம் செய்யும் அளவு கூறப்பட்டுள்ளது. தொடக்க ஆண்டுகளில் நிலக்கரி ஆக்கத்தில் உயர்ந்த வீதத்தைச் சில மாநிலங்கள் கொண்டுள்ளதைக் காணலாம். முதலாம் உலகப் போரின் ஆண்டுகளின் போது, பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி உயர்ந்த அளவில் ஆக்கம் செய்யப்பட்டது. போருக்குப் பிறகு நிலக்கரி ஆக்கம் குறைந்ததற்குக் கீழ்க்கண்ட காரணங்கள் கூறப் படுகின்றன. அவை 1930ஆம் ஆண்டின் பொதுவான பொருளாதார மந்தம், இருப்பு வழிப் பாதைகளில் நீராவி எந்திரங்களுக்குப் பதிலாக டீசல் எந்திரங்கள் பயன்படுத்தியது, நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தும் சில வகையான தொழிற் சாலைகளில் அதிலும் குறிப்பாக எஃகுத் தொழிற் சாலைகளில் பயன்படுத்திய முறைகளில் ஏற்பட்ட மாற்றங்கள் சுற்றுப்

புறத் தூய்மைக்கான ஆர்வத்தின் காரணமாகவும், வசதியின் காரணமாகவும், தூய்மையின் காரண மாகவும் வணிகக் கட்டிடங்களிலும் குடியிருப்புகளி லும் வெப்பப்படுத்துவதற்கு, நிலக்கரிக்குப் பதிலாக, எண்ணெய்யையும் வளிமத்தையும் பயன்படுத்தியது என்பனவாகும். மற்றவசதி வாய்ந்த எரிபொருள் களைக் காட்டிலும் நிலக்கரியின் விலை குறைவு. மின் திறனைப் பயன்படுத்தும் பல சாதனங்களில் மின்திற னுக்குப் பதிலாக எண்ணெயையும் வளிமத்தையும் பயன்படுத்துவதற்கேற்றவாறு மாற்றங்கள் செய்யப் பட்டாலும் நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தும் சாதனங் களின் நிலக்கரித் தேவை தொடர்ந்து உயரலாயிற்று. இதன்காரணமாக, குறிப்பாக இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர் மின்திறன் ஆக்கத்தில் நிலக்கரி யின் பயன்பாடு உயரலாயிற்று. வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யும் நிலக்கரியின் அளவு ஒரே சீராக அமைந்தது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியின் பயன்பாடு அட்டவணை 6 இல் சுருக்க மாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

நிலக்கரியின் நிலஇயல்

மணற் பாறைகள் (sand stones) சுண்ணாம்புப் பாறைகள், (lime stones) களிமண்கள் (clays) களிப் பாறைகள் (shales) போன்ற படிவுப் பாறைகளுள் தனித்த படுகைகளாக நிலக்கரி இடையிடையே பரவி யுள்ளது. மேட்டுச் சதுப்பு நிலங்களிலும், கடற்கரை யிலும் அல்லது கடற்கரைக்கு அருகிலமைந்த சதுப்பு நிலங்களிலும் அல்லது ஆற்றின் கழிமுகத்திலமைந்த சமநிலங்களிலும் அமைந்துள்ள தாவரப் பொருள் திரண்டு இறுதியாக நிலக்கரிப் படிவுகளாக உருவாயின. இத்தகைய நிலை ஜார்ஜியாவிலுள்ள ஒகபெனோகீ சதுப்பு நிலத்திலுள்ள நிலைக்கும் அல் லது பிளாரிடாவிலுள்ள எவர்கிளேட்ஸ் சதுப்பு நிலத்திலுள்ள நிலைக்கும் ஒப்பானது. இந்தப் பரப் புகள் சில ஏக்கர் முதற்கொண்டு பல நூறு சதுர கி. மீ. பரப்பு வரையிலும் வேறுபட்டு அமைந்திருந் திருக்கலாம். இவ்வாறாக இன்று காணப்படும் நிலக்கரியின் தோற்றத்திற்கான வேறுபாடுகளை நம் மால் உணர முடிகின்றது.

நிலஇயல் முறைகளில் நிலக்கரி ஆக்கம். தாவரப் பொருள்களைநிலக்கரியாக மாற்றுவதற்குத் தொடக்க நிலையில் சதுப்பு நிலங்கள் மூழ்க வேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு மூழ்குவதற்குக் கடல் மட்டங்கள் உயர்வதோ நிலம் படிவதோ காரணமாக அமையலாம். சேற்றையும், மணலை யும், வண்டற் சகதிகளையும் (muds, sands and shimes) கொண்ட நீரிலிருந்து, சுண்ணாம்பு சார்ந்த பொருள்கள் படிவுறுதல் வழியாக, பல அமிழக் கூடிய செயல்கள், நிகழ்ந்திருக்கலாம். வேறு பட்ட ஆழங்களில் புதைவடைவதுடனும், வெப்பத் துடனும், அழுத்தத்துடனும் தொடர்ந்து ஒன்றாக நெருக்கமாகத் திரள்வதாலும், நீண்ட காலத்தி னாலும், நிலக்கரி ஆக்கத்தின் முன்னேற்றம் வேறு பட்டது. அதாவது நொதியிலிருந்து பழுப்பு நிலக் கரிக்கும் துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிக் கும் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிக்கும் இறுதி யாக ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரிக்குமாக நிலக்கரி யாக்கம் தொடர்ந்து நிகழ்ந்தது. பொதுவாக உல கின் பல்வேறு நிலக்கரிப் படிவுகள் மூன்று முதன்மையான நிலஇயற் காலங்களில் தோன்றி யிருக்கலாமெனக் கருதப் படுகின்றது. முதலாவ தாக, கிட்டத்தட்ட 300 மில்லியன் ஆண்டுகட்கு முன்னரமைந்த பென்சில்வேனியக் (கார்பனிஃப் பர்ரஸ்) காலத்தின்போது நிலக்கரி உருவாகியிருக் கலாம். இந்தக் காலத்தைச் சேர்ந்த படிவுகளாவன, பென்சில்வேனியாவிலிருந்து (மத்திய பென்சில்வேனி யாவிலிருந்து ஆந்திரசைட்டுப் படுகைகளையும் உள் ளடக்கியது) வடகிழக்கு அலபாமாவரையில் நீண் டிருக்கும் அப்பலேசிய மாநிலத்திலுள்ள மிகுந்த அளவிலமைந்த பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரிப் படுகைகளிலமைந்த படிவுகள் ஆகும். இந்தக்காலத்தைச் சார்ந்த மற்றைய படிவுகளாவன, இலினாய்சை அடுத்துள்ள கிழக்கு உட்புற நிலப்பரப் பும் தென்மேற்கு இண்டியானாவும் மேற்குக் கெண்ட கியும் ஐயோவை அடுத்துள்ள மேற்கு உட்புற நிலப் பரப்பும் கான்சாசும் மிசௌரியும் வடகிழக்கு ஒக்ல ஹாமாவும் வடமேற்கு அர்கான்சாசும் டெக்சாசின் பிரிக்கப்பட்ட மையப் பகுதியும் (டெக்சாஸ் பழுப்பு நிலக்கரி நீங்கலாக) ஆகும்.

இரண்டாவது நிலஇயல் காலமான கிட்டத்தட்ட 100 மில்லியன் ஆண்டுகட்கு முன்னரமைந்த கிரிட் டேசியக் காலத்தின் போது நிலக்கரி உருவாகியிருக் கலாம். இந்தக் காலத்தைச் சேர்ந்த படிவுகளாவன, இராக்கி மலைத் தொடர் மாநிலத்திலும் அங் கிருந்து நீண்டு பரந்தும், மத்திய மான்ட்டனாவி லிருந்து வடகிழக்கு அரிசோனாவரையிலும் வட மேற்கு நியுமெக்சிகோவிலும் அமைந்த பெரும் பான்மையான பிட்டுமன் பண்பினையும், துணைப் பிட்டுமன் பண்பினையும் கொண்ட நிலக்கரிப் படுகை கள் ஆகும்.

மூன்றாவது நிலஇயற்காலமான கிட்டதட்ட 65 மில்லியன் ஆண்டுகட்கு முன்னர் நிலவிய டெர்ஷியரி காலத்தில் நிலக்கரி உருவாகியிருக்கலாம். இந்தக் காலத்தைச் சார்ந்த படிவுகளாவன, பெருஞ்சமவெளி மாநிலத்திலுள்ள துணைப்பிட்டுமன் இயல்பு நிலக் கரிப் படுகையும், பழுப்பு நிலக் கரிப்படுகையும் ஆகும். இம்மாநிலத்தில் வடகிழக்கு வையோமிங்கும், கிழக்கு மான்ட்டனாவும் மேற்குப் புறமமைந்த வடக்கு டக் கோட்டாவும், வடமேற்கிலமைந்த தெற்கு டக்கோட் டாவும் அடங்கும். ஒட்டு மொத்தமான படிவு அடுக்கு களின் மொத்தத் தடிப்பில் நிலக்கரிப்படுகைகள் மிகச்

சிறு விழுக்காட்டு அளவினையே கொண்டன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தனித்தனியான நிலக்கரிப் படுகைகளின் தடிப்புகள் சில மில்லிமீட்டர்களிலிருந்து 30 மீட்டரும் அதற்கும் அதிகமாகவும் அமைந்துள்ளன. வணிக முதன்மை வாய்ந்த தனித்தனியான நிலக்கரிப் படுகைகள் 3 மீட்டருக்கும் குறைவான தடிப்பு முதற் கொண்டு 30 மீட்டருக்கும் அதிகமான தடிப்புவரை கொண்டவை. எந்த ஒரு தனித்த இடத்திலும், முழுமையாகக்குத்துநிலை வரிசை முறையில் நிலக்கரிப் படுகை காணப்பெறவில்லை. ஆனால் வழக்கமாக, சரிசமநிலையற்றதாகத் தனித்த படுகைகளிலோ எல்லையைச் சுற்றிலும் சிறிய படுகைப் பிரிவுகளிலோ நிலக்கரியைக் கொண்ட அடுக்குகளின் தட்டு வடிவான பரப்புகளின் உட்புறத்திலோ பரவலாக அமைந்துள்ளது.

விரும்பத்தக்க அல்லது இயலத்தக்க ஆண்டு ஆக்க வீதத்தினைச் சார்ந்து, 20 ஆண்டுகளுக்கும் அதற்கும் அதிகமான பொருளாதார வாழ்வினைக் கொண்ட வடிவமைப்பினை உடைய புதிய சுரங்கத்திற்கு உறுதுணையாக, நிலக்கரியின் கையிருப்பு வளங்கள் சில டன்கள் முதற்கொண்டு 300 மில்லியன் டன்கள் அளவிற்கும் அதற்கும் அதிகமாயும் தேவைப்படும். இத்தகைய அளவுகள் நிலக்கரிப் படுகையின் தடிப்பினையும், எளிதாகச் சுரங்கம் தோண்டும் தன்மையையும் அதிலும் குறிப்பாக மேற்பரப்பு அல்லது நிலத்தடிச் சுரங்கத் தொழில் நுட்பத்தையும் சார்ந்து அமையும். இவ்வாறாக ஒரு குறிப்பிடப்பட்ட சுரங்கப் பகுதியின் பரப்பளவு ஓராயிரம் ஏக்கர் முதற்கொண்டு 50 சதுரமைல் வரை உள்ள எல்லையைக் கொண்டிருக்கும்.

சதுப்பு நிலத்தில் தாவரங்கள் வளரும்போது அல்லது அதற்குப் பின்னர், ஒழுங்காகத் திரளக் கூடிய தாவரப் பொருள்களுக்குத் தடையாக, வேறுபட்ட விரும்பத்தகாத ஒழுங்கின்மைகள் உடன் தொடரலாம். பல வகையான நிலக்கரிப் படுகைகளும் படுகைகளின் பகுதிகளும், ஒப்புமைப்படுத்தும் அடை அளவில் குறைந்த சாம்பல் அளவினைக் கொண்டிருப்பினும் மற்றவகைப் படுகைகளும் அல்லது படுகைகளின் பகுதிகளும் தாவர வளர்ச்சியின் போது சதுப்பு நிலத்திற்கு அடித்துச் செல்லப்பட்ட சேறு அல்லது வண்டலின் துகள்கள் கலந்த படிவினைக் கொண்டிருக்கும். சேறு அல்லது வண்டல் துகள்கள் அதிகமாக இருக்கும்போது, இவை அந்நிலக்கரிப் படுகையின் சாம்பல் அளவினைப் உயர்த்துவதற்கே உதவி செய்யும்; அதன்காரணமாக அந்நிலக்கரிப் படுகையின் பண்பு அதற்கேற்றவாறு குறைகின்றது. சதுப்பு நிலத்தில் தொடர்ந்து வெள்ளம் வரும்காலங்களில், ஏற்கனவே இருந்து வரும் தாவரங்களுடன், சேறு அல்லது வண்டல் படிவுகள் அடுக்கடுக்காகச் சேர்கின்றன. இத்தகைய படிவுகள் கூடுதலாக ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட தாவரங்களைத் தொடர்ந்து அமையலாம். அடியிலும், மேலுமாக ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட தாவரப் பொருள்களுக்கிடையில், அயற்பொருள் கலந்துள்ள அடுக்குகள் இறுதியில் கடினமாகிக் களிப்பாறைகளாகவும் அல்லது வண்டல் கலந்த களிப்பாறைகளாகவும் ஆகின்றன. இவை பிரிகைகள் என வழங்கப்படும். இத்தகைய அடுக்குகளின் தடிப்புகள் கத்திமுனை அளவுள்ள தடிப்பிலிருந்து 30 செ.மீட்டரும் அதற்கு மேலான தடிப்பினையும் கொண்டிருக்கும். தனித்த நிலக்கரிப் படுகையிலமைந்த இத்தகைய பிரிப்புகள், சுரங்கத்திலிருந்து அப்படியே எடுக்கப்பட்ட நிலக்கரியின் பண்பினைக் குறைத்து இவை பைரைட்டாக மாறியிருந்தால் சுரங்கம் தோண்டும் போது அபாயத்தை உண்டாக்கும்.

இத்தகைய பிரிப்புகள் எப்போதும் சமமாகப் படிவுறுவதில்லை. அல்லது நிலக்கரி உருவாகப் பெற்றிருக்கும் சதுப்பு நிலத்தின் முழு அளவிலும் இத்தகைய் பிரிப்புகள் சமமாகப் படிவுறுவதில்லை. ஆனால் படிவுறப் பெற்ற பொருளை நோக்கி இத்தகைய பிரிப்புகள் படிப்படியாகத் தடித்திருப்பதைக் காணலாம். இத்தகைய பிரிப்புகள் ஆப்பு வடிவம் கொண்ட அதன் மேலமைந்த தாவரப் பொருளின் தோற்றம், அடியிலுள்ள தாவரப்பொருளின் தடிப்பினைக் காட்டிலும் கூடுதலாக உள்ள தடிப்பைச் கொண்டதாகும். சில நேரங்களில் பிரிப்புகளின் மேலமைந்த தாவரப் பொருளின் தோற்றம், அடியிலுள்ள தாவரப் பொருளின் தடிப்பைக் காட்டிலும் குறைந்து மெலிந்தும், பின்னர்க் காணாமலும் போகின்றது. இவ்வாறாக,அயற்பொருட்கள் படிவுறுவதால் நிலக்கரிப் படுகையின் மொத்தத் தடிப்பினைப் பிளவுக்கு உட்படுத்தி இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேலான விரியக்கூடிய பலகைகளாக அமைவதற்குக் காரணமாகின்றன. இத்தகைய அமைவு, சுரங்க வேலைக்கு இடையூறு விளைவிப்பதாயும் சில நேரங்களில் ஒரு பலகை மிக மெல்லியதாய் அமையும் போது பொருளாதார வகையில் மீட்க இயலாததாயும் அமைகிறது.

சில நிலக்கரிப் படுகைகளில், தாவர வளர்ச்சியின் போது உருவாக்கப்பட்ட பைரைட்டு, கால்சைட்டு அல்லது சிடரைட்டு போன்ற பொருட்கள் பல மீட்டர் விட்ட அளவிலான இருபுறக் குவிவினைக் கொண்டதாயும், ஓரளவிற்குத் தட்டையாயும் அமையப்பெறும். இத்தகையபொருள்கள் நிலக்கரிப் படுகையின் இறுதியான உடனடிக் கூரையாக அமையும்.இப்பொருள்கள் சுரங்க வேலைகளைத் தாமதப்படுத்துகின்றன. ஏனெனில் சுரங்க வேலைகளின் போது இவை எதிர்பாராத விதமாய்க் கூரையிலிருந்து கீழே விழுந்து அபாயத்தை விளைவிக்கின்றன.

மேலமைந்த படிவுப் பொருள்களுக்குக்கீழாகத்

தொடக்க நிலையில் படிவுறுதல் முதற்கொண்டு புதைவடைவது வரையிலும் அடுத்தடுத்த நில இயல் காலங்கள் வழியாக நடைபெற்று நிலக்கரிப் படுகைகள் தொடர்ந்து நிலத்தடி நீரின் செயலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளன. இவ்வாறாகச் சில நிலக்கரிப் படுகைகள், குத்துநிலை முறிவுகளைக் கொண்ட அமைப்பாக உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மெல்லிய பிளவுகளில் நிலத்தடிநீரிலிருந்து படிவான பைரைட்டு, கால்சைட்டு, கயோலினைட்டு மேலும் பிறகனிமப் பொருட்கள் அடங்கிய பூச்சுகளைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வாறு பெறப்படும் இயற்பொருள்கள் நிலக்கரியின் பண்பினைக் குறைக்கின்றன.

உருவாக்கப்பட்ட நாளிலிருந்து நீண்ட காலம் வரையிலும், பல நிலக்கரிப் படுகைகள் மடிப்பிற்கும் நுண்மையான மாற்றங்களுக்கும் உட்படுத்தப் பட்டு வந்திருக்கின்றன. இதன்காரணமாகக் குறிப்பிடத்தக்க இடமாற்றங்களும் அல்லது பெயர்ச்சிப் பிளவுகளும் தோன்றியுள்ளன. இத்தகைய மாற்றங்கள் 30 செ.மீ. முதற்கொண்டு பல நூறு மீட்டர் வரையிலும், சில நேரங்களில் நேர்க்கோட்டு அளவில் ஆயிரக்கணக்கான மீட்டர் வரையிலும் பெருஞ்சமவெளி மாநிலத் திலமைந்த நிலக்கரி, பழுப்பு நிலக்கரி வயல்கள் எவ்வித மாற்றத்திற்கும் உள்ளாக்கப்படவில்லை.

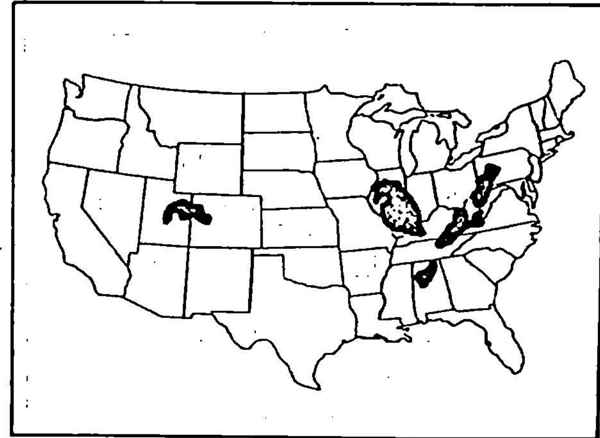
நிலக்கரி ஆய்வில் மிகப் பரந்த அளவில் தொன்றுதொட்டு, உட்பகுதியைத் துளையிடும் வைரத் துளையிடும் கருவி பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. நிலக்கரிச் சுரங்க உட்பகுதிகளைத் தக்கவாறு மீட்கும்போது, படுகைகளுக்கிடையேயுள்ள தளர்த்தியான படுகையின் விவரங்களையும், அதன் அளவுகளையும் கண்டறிவதோடு, வேதியியல் ஆய்விற்குத் தேவையான பொருள்களையும் அதன் வழியாகப் பெறலாம்.

எண்ணெய் வயல்களிலும் வளிம வயல்களிலும் பயன்படுத்தும் நிலஇயலான பதிவேட்டில் பதிவிடும் அளவு முறைகளும், மின்னியலான பதிவேட்டில் அளவிடும் முறையும் நிலக்கரி ஆய்வுத் தொழில் நுட்பத்தில் ஏற்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றன. அத்தகைய அமைப்பில் துளையிடப்படும் துளையின் நீளம் வரையிலும் ஓர் உணரியை (sensor) இறக்கி, அவ்வுணர்கருவியிலிருந்து பெறப்படும் மின்துடிப்புக்கள், அதனுடன் இணைந்து மேலே வரும் மின் கம்பி வடத்தினால் தரையின் மீதுள்ள வண்டியின் மூல இணைப்பில் வந்து சேரும். இங்குள்ள கருவிகள் துளையின் ஆழத்தைச் சார்ந்த பாறை அடுக்குகளின் பண்பு வேறுபாடுகளைப் பதிவு செய்யும். நிலக்கரி ஆய்வில் மின்தடைத் தன்மையையும் இயல்பான மின்னழுத்தங்களையும் மின்கருவியால் வரையப்படும் வளைவுகளில் கண்டறியலாம். காமாக்கதிர், நியூட்ரான் இவைகளின் கதிர் வீச்சு அளவுகளைக் கண்டறியும் கதிர்வீச்சு அளவிடும் கருவியினாலும் அல்லது அணுக்கருத் தன்மைகளைக் காட்டிடும் வரைபட வளைவுகளைக் கொண்டும் துளை செல்லும் படுகைகளின் தன்மைகளைக் கண்டறியலாம்.

நிலக்கரிப் படுகைகளிலுள்ள அயற்பொருள்கள் தனித்த பிரிப்புகளாகவோ முழுவதும் பரவலாகவோ காணப்படும். இத்தகைய பிரிப்புகள் களிமண் பொருள்களைக் கொண்டு காணப்படும். இக் களிமண் பொருள்கள் நிலக்கரியைக் காட்டிலும் இயல்பான உயர்ந்த கதிரியக்கத்தையும், உயர்ந்த அடர்த்தியையும் கொண்டிருக்கும், படுகைகளை ஒன்றற்கு ஒன்று தொடர்பு படுத்திக் காட்டுவதற்கும், படுகையின் தடிப்பினைத் தீர்மானிப்பதற்கும் பயன்படுத்தும் மிக மதிப்பு வாய்ந்த காமாக்கதிர் வீச்சு அளவுகளையும் அடர்த்தியினைக் காட்டும் வளைவுகளையும் கொண்டு, நிலக்கரியின் பண்பினைக் கண்டறியலாம்.

நிலக்கரி வளஇருப்புகள்

தற்போதுள்ள தொழில் நுட்ப நிலைகளில் சுரங்கமிடப்படும் சுரங்கங்களில் ஒப்பிடத்தக்க தடிப்புகளிலும், ஆழங்களிலும் அமைந்த நிலக்கரி அமைப்புகளில் 150 பில்லியன் டன்கள் அளவிலான மீட்கத்தக்க நிலக்கரி (நிலத்தடியில் 105 பில்லியன் டன்களும், நிலப்பரப்பின் அருகில் 45 பில்லியன் டன்களும்) அமைந்து இருப்பதாகக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. இயலத்தக்க உச்ச ஆக்க வளர்ச்சி வீதத்தில் வழக்கமான வீட்டிற்குத் தேவையான நிலக்கரி விற்பனை ஓர் ஆண்டிற்கு 5 விழுக்காடும் வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதிக்காகவும், செயற்கை எரிபொருள் ஆக்கத்திற்காகவும், 6. 7. விழுக்காடும் 1985 ஆம் ஆண்டு வரையிலும் தற்போது



படம் 1. அமெரிக்க ஒன்றியநாடுகளின் நிலத்தடி நிலக்கரிச் சுரங்கமுள்ள முதன்மையான பகுதிகள்

சுரங்கத்திலிருந்து, தோண்டியெடுக்கப்பட்டு வரும் 150 பில்லியன் டன்கள் அளவில் 10விழுக்காடும் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

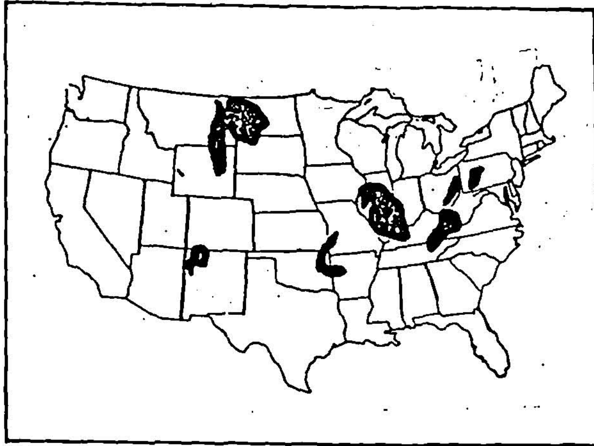
இந்த 150 பில்லியன் டன்கள் அளவுள்ள நிலக்கரி, அமெரிக்க, ஒன்றிய நாட்டின் நில இயல் ஆய்வுத் துறையினரால் நாடுமுழுவதும் கண்டறிந்து கணக்கிடப்பட்ட மொத்த நிலக்கரிவளமான 3.21 மில்லியன் டன்களில் 5% அளவிற்கும் குறைவானது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் மேற்கொண்டு செய்யப்படும் ஆய்வின் வழியாகவும், தற்போதறிந்த தொழில் நுட்பத்தின் வழியாகவும் சுரங்கத்தில் பெறப்படும் அளவுகளுடன் பேரளவுள்ள நிலக்கரியைப்பெறலாம் என நம்பப் படுகின்றது. இது மிக மிக உண்மையாகும். எவ்வாறெனில் மேற்கிலமைந்த மாநிலங்களில் நிலக்கரியைக் கொண்ட அமைப்புகள் பெரும்பரப்புக்களில் ஒரு பகுதியளவே ஆராய்ந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. மேம்பட்ட சுரங்கம் அகழ் தொழில் நுட்பத்தின் வழியாக, தற்போதுள்ள வளங்களில், நிலக்கரியை மீட்கும் வீதத்தினை உயர்த்தி ஆழத்திலமைந்த இரு படுகைகளுக்கிடையேயுள்ள தளர்த்தியான மெலிந்த படுகைகளில், பொருளாதார வகையில் இயலத்தக்க நிலக்கரி மீட்சியின்போதும் நிலக்கரி வளங்களின் ஆக்கத்தைப் பெருமளவில் உயர்த்திடலாம்.

படம் 1 இல், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் நிலக்கரி வயல்களின் முதன்மையான நிலக்கரிச் சுரங்கப் பகுதி காட்டப்பட்டுள்ளன. அதைப் போன்றே படம் 2 இல், மேற்பரப்புச் சுரங்கமிடும் பகுதி காட்டப்பட்டுள்ளன. அட்டவணை 7இல், ஒவ்வொரு மாநிலத்திலும் மதிப்பிடப்பட்ட நிலக்கரி வளங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மேற்குறிப்பிட்ட கையிருப்புவள அளவான 3.21 டிரில்லியன் டன்களை மதிப்பிடும்போது, மிகவும் குறைந்த மதிப்பீட்டிலும் அந்த அளவிலும் பாதி (1.6 டிரில்லியன் டன்கள்) மீட்கத் தக்கது எனக் கருதப்படுகிறது. அடுத்த பாதி, நிலக்கரி ஆக்கத்தின் போது சுரங்கத்தைத் தாங்குவதற்காக நகரங்களுக்கடியிலும், ஏரிகளுக்கடியிலும், செறிவு குறைந்த பகுதிகளுக்கிடையிலும் அமைவதாகக் கருத்தில் கொண்டு தரையிலே விட்டுவிடப்பட்டதாகக் கருதலாம். இந்த மீட்கத்தக்க 1.6 டிரில்லியன் டன்களில் பாதியளவு (780 பில்லியன் டன்கள்), உண்மையாகவே படமிடப் பட்ட பகுதிகளிலும், தரைப் பரப்பிற்குக்கீழே 1000மீட்டர் ஆழத்திற்கும்கீழான ஆழம் வரையிலும் ஆய்விடப்பட்ட பகுதிகளிலும் பெறலாமென மதிப்பிடப்படுகின்றது. மீதி அளவான 820 டிரில்லியன் டன்கள், படமிடப்படாத பகுதிகளிலிருந்தும் அல்லது ஆய்வு செய்யாத பகுதிகளிலிருந்தும் தரையிலிருந்தும் 2000 மீ ஆழத்தில் இருக்கும் எனக் கருதப்படுகின்றது.

பல மாநிலங்களில் ஆய்வுசெய்து படமிடப்பட்டதிலிருந்து அறிவது யாதெனில் மீட்கத்தக்கதெனக் கூறப்படும், 780 பில்லியன் டன்களில் கிட்டத்தட்ட 200 பில்லியன் டன்கள் பிட்டுமன்பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரியென்பதாகும். மேலும் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியைக் கொண்ட படுகைகள் 100 செ. மீட்டரும் அதற்கும் கூடுதலான தடிப்பினைக் கொண்ட துணைபிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியும்,3மீட்டரும் அதற்கு அதிகமாகவும் தடிப்பினைக் கொண்ட பழுப்பு நிலக்கரிப் படுகைகளும் அமைகின்றன என்பதாகும். இவை தரையிலிருந்து 300 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் குறைவான ஆழம் வரையிலும் கிடைப்பதாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. மீதி அளவான 580 பில்லியன் டன்கள் தரையிலிருந்து 300 மீட்டருக்கும் குறைவான ஆழத்தில் மெலிந்த படுகைகளில் கிடைப்பதாயும், தரையின் கீழ் 300 முதல் 3000 மீட்டர் ஆழம்வரையில் அமைந்த எல்லாவிதத்தடிப்புகளைக் கொண்ட படுகைகளிலிருந்து கிடைப்பதாயும் கொள்ளப்படுகின்றன. மீட்கத்தக்க தடித்த 200 பில்லியன் டன் நிலக்கரியில் கிட்டத்தட்ட பாதியளவு (100 பில்லியன் டன்கள்)ஓரளவு மிகுதியாகக் கிடைக்கும் பகுதியெனத் தகவல் பெற்ற பகுதியிலிருந்து கிடைக்கிறதெனவும் மீதியான 100 பில்லியன் டன்கள் பிறபகுதிகளில் கிடைக்குமெனவும் கருதப்படுகின்றன.

பிற்கால மீட்பிற்காக மேற்கூறப்பட்ட 100 பில்லியன் டன்கள் மிகப் பெரிய கையிருப்பு வளமாக இருந்தாலும் இந்த அளவு இந்த நாள் வரை அறியப்பட்ட வளமாகவே உள்ளது. நிலக்கரியினைத் தரையிலிருந்து 300மீட்டர் ஆழம் வரையிலும் சுரங்கமிட்டுத் தோண்டி எடுக்கலாம். அவ்வாறு அமையும் படுகைகளின் தடிப்புகள் முன்னர்க் குறிப்பிடப்பட்ட தடிப்பினைக் காட்டிலும் குறைவாய் அமையலாம், மேலும் முழுவதும் கண்டிராத பகுதிகளிலிருந்து நிலக்கரி



படம் 2. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் நிலக்கரியை மேற்பரப்பில் சுரங்கம் அகழும் முதன்மையான பகுதிகள்

அட்டவணை 7. அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் மதிப்பிடப்பட்ட நிலக்கரி வளங்கள். (மில்லியன்கள்-குறைந்த டன் அளவில், குறைந்த டன் = 2000 பவுண்டு)

மீதமைந்த சுமை 0 முதல் 1000 மீ படமிடப்படாதது(1000 முதல் 2000 மீ)							
மாநிலம்	பிட்டுமென் இயல்பு நிலக்கரி	துணைப் பிட்டுமென் இயல்பு நிலக்கரி	பழுப்பு நிலக்கரி	ஆந்திரசைட்டும் துணை ஆந்திர சைட்டும்	ஆய்வு செய்யப் படாத பகுதிகள்	அடிவரையிலான மீதமைந்த கனமையைக் கொண்ட அமைப்புகளில் மதிப்பிடப்பட்ட வளங்கள்	மதிப்பிடப்பட்ட வளங்கள்
அலபாமா	13,518	0	20	0	20,000	6,000	39,538
அலாஸ்க்கா	19,415	110,674	0	0	130,000	5,000	265,089
அர்கான்சாஸ்	1,640	0	350	430	4,000	0	6,420
கொலராடோ	62,389	18,248	0	78	146,000	145,000	371,715
ஜார்ஜியா	18	0	0	0	60	0	78
இலினாய்ஸ்	139,756	0	0	0	100,000	0	239,756
இண்டியானா	34,779	0	0	0	22,000	0	56,779
ஐயோவா	6,519	0	0	0	14,000	0	20,519
கான்சாஸ்	18,686	0	0	0	4,000	0	22,686
கெண்டகி	65,952	0	0	0	52,000	0	117,952
மேரிலாந்து	1,172	0	0	0	400	0	1,572
மிச்சிகன்	205	0	0	0	500	0	705
மிசௌரி	23,359	0	0	0	0	0	23,359
மான்ட்டனா	2,299	131,877	87,525	0	157,000	0	378,701
நியூமெக்கா	10,760	50,715	0	4	27,000	21,000	109,479
வடக்கு கரோலினா	110	0	0	0	20	5	135
வடக்கு டக்கோட்டா	0	0	350,680	0	180,000	0	530,680
ஓஹியோ	41,864	0	0	0	2,000	0	43,864
ஒக்லஹாமா	3,299	0	0	0	20,000	10,000	33,299
ஒரிகான்	48	284	0	0	100	0	432
பென்சில்வேனியா	57,533	0	0	12,117	10,000	0	79,650
தெற்கு டக்கோட்டா	0	0	2,031	0	1,000	0	3,031
டென்னசி	2,652	0	0	0	2,000	0	4,652

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
டெக்சாஸ்	6,048	0	6,878	0	14,000	0	26,926
உட்டா	32,100	150	0	0	48,000	35,000	115,250
வர்ஜீனியா	9,710	0	0	335	3,000	100	13,145
வாஷிங்டன்	1,867	4,194	117	5	30,000	15,000	51,183
மேற்கு வர்ஜீனியா	102,034	0	0	0	0	0	102,034
வையோமிங்	12,699	108,011	0	0	325,000	100,000	545,710
மற்ற மாநிலங்கள்	618	4,057	46	0	1,000	0	5,721
மொத்தம்	671 049	428,210	447,647	12,969	1,313,080	337,105	3,210,060

அட்டவணை 8. உலகின் நிலக்கரி கையிருப்பு வளங்கள்.

நாடு	ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி, பிட்டுமென் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரி, துணைப்பிட்டுமென் பண்பினைக்-கொண்ட நிலக்கரி. மில்லியன் டன்கள்	உலக மொத்தம்	பழுப்பு நிலக்கரி (மில்லியன் டன்கள்)	மொத்தம் எல்லா நிலக்கரியும் (மில்லியன் டன்கள்)	உலக மொத்தத்தில் சதவீதம்
ஆசியா					
சோவியத்து நாடு	1,099,796	20.6	222,604	1,322,400	19.9
சீனா	1,114,122	20.9	661	1,114,783	16.7
இந்தியா	68,795	1.3	560	69,354	1.0
ஜப்பான்	10,906	0.2	284	11,191	0.2
மற்ற நாடுகள்	5,192	0.1	4,196	9,388	0.1
மொத்தம்	2,298,811	43.1	228,305	2,527,116	37.9
வட அமெரிக்கா					
அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	2,288,810	42.9	921,250	3,210,060	48.2
கனடா	68,844	1.3	26,944	96,788	1.4
மெக்சிகோ	4,745	0.1	—	4,745	0.1
மொத்தம்	2,362,399	44.3	948,194	3,310,593	49.7

(1) ஐரோப்பா	(2)		(3)	(4)	(5)
ஜெர்மனி	247,179	4.6	68,325	315,503	4.8
இங்கிலாந்து	188,091	3.5	—	188,096	2.8
போலந்து	88,160	1.7	20	88,180	1.3
செக்கொஸ்லோவாகியா	7,108	0.1	13,775	20,883	0.3
பிரான்சு	13,541	0.3	474	14,015	0.2
பெல்ஜியம்	6.599	0.1	—	6,599	0.1
நெதர்லாந்து	3,747	0.1	—	3,747	0.1
மற்ற நாடுகள்	2,889	0.1	24,414	27,303	0.4
மொத்தம்	557,317	10.5	107,006	664,325	10.0
ஆப்பிரிக்கா					
தென் ஆப்பிரிக்கா					
குடியரசு	74,936	1.4	—	74,936	1.1
மற்ற நாடுகள்	1,818	—	220	2,039	—
மொத்தம்	76,754	1.4	220	76,975	1.1
ஆஸ்த்திராலேசியா	18,514	0.3	45,182	63,696	1.0
மற்ற நாடுகள்	109	—	865	974	—
மொத்தம்	18,623	0.3	46,047	64,670	1.0
தென் மைய அமெரிக்கா					
கொலம்பியா	13,224	0.2	—	13,224	0.2
வெனிசுவேலா	3,381	0.1	—	3.381	0.1
மற்ற நாடுகள்	20,524	0.4	280	20,804	0.3
உலகமொத்தம்	5,334,430	100.0	1.330,052	6,664,483	100.0

அட்டவணை 9. நிலக்கரிச் சுரங்கம் அகழ் வகைகளின் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் ஆக்கம் செய்யும் மொத்த அளவு (பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி, பழுப்பு நிலக்கரி ஆகியவற்றின் விழுக்காட்டு அளவு)

முறை	1960	1965	1970
ஆழச் சுரங்கம் அகழ்தல்	68.6	65.0	56.2
மேற் பரப்புச் சுரங்கம் அகழ்தல்		35.0	43.8

கண்டெடுக்கப் படலாம். இப்பகுதிகளில் கூடுதலான ஆய்வுத்திட்டங்களின் வழியாகச்சுரங்கம் தோண்டி உருவாக்கப்பட வேண்டிவரும்.

தற்போதுள்ள நிலக்கரிச் சுரங்க அகழ் தொழில் நுட்பத்தினால் அறியப்பட்டுள்ள நிலக்கரி வளங்கள் 21 ஆம் நூற்றாண்டுவரையில் பயன்படும் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. உலகம் முழுவதற்குமான நிலக்கரி வளத்தினை மதிப்பிடுவது மிகவும் அரிதாகும். அத்தகைய மதிப்பீடு அட்டவணை 8 இல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது

நிலக்கரிச் சுரங்கம் அகழ்தல்

திறந்த சுரங்க அகழ்வு வழியாகவும் நிலத்தடிச் சுரங்க அகழ்வு வழியாகவும் நிலக்கரி வெட்டி எடுக்கப்பட்டு வருகின்றது.

மேற்பரப்பில் சுரங்கம் அகழ்ந்து நிலக் கரியை எடுக்கும் முறையில் பெரும்பான்மை யான நிலக்கரி, மேலமைந்த பளுவினை நீக்கிப் பெறப் படுகின்றது. மீதியளவு துரப்பணக்கருவியைக் கொண்டு அகழ்ந்தெடுக்கப் படுகின்றது. அட்டவணை 9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு, கடந்த பல்லாண்டு களாக மேற்பரப்புச் சுரங்க அகழ்வு விரும்பத்தக்க தாக அமைந்தது. குறைந்த முதலீட்டின் காரணமா யும் குறைந்த இயக்கச் செலவின் காரணமாயும் மேற்பரப்புச் சுரங்க அகழ்வு விரும்பத் தக்கதாய் அமை கின்றது, மேலும் ஆழத்திலமைந்த சுரங்கங்களில் தோன்றும் உடல் நலக்கேடு, பாதுகாப்பு போன்ற பிரச்சினைகள் மேற்பரப்புச் சுரங்கங்களில் தோன்று வதில்லை. எவ்வாறிருப்பினும் மேற்பரப்புச் சுரங்க அகழ்வு கடுமையான சுற்றுப்புறத் தேவைகளுக்கு உட்பட்டே அமைகின்றது.

நிலத்தடிச் சுரங்க அகழ்வு. மரபு வழிச் சுரங்கம் அகழ் முறையைக் கொண்டும் தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழ் முறையைக் கொண்டும் பெரும்பான்மையான அளவில் நிலத்தடி நிலக்கரி வெட்டியெடுக்கப்படு கின்றது. இவ்விருமுறைகளிலும் பொதுவாக, அறை யும் தூணும் என்கின்ற அணுகுமுறையால் ஆட்களைக் கொண்டு நிலக்கரிச் சுமையேற்றம் செய்து முற்காலத்தில் பேரளவில் நிலக்கரி எடுக் கப்பட்ட போதிலும் 1950 ஆண்டு முதற் கொண்டு அம்முறையில் நிலக்கரி எடுப்பது குறைந்து சிறப்பற்றதாயிற்று. மரபுவழிச் சுரங்கம் அகழ் முறையிலமைந்த வெட்டி எடுத்தலும் முகப்பில் துளையிடுதலும் சுமையேற்றும் எந்திரத்தின் வழியாக சுமையேற்றுதலும் வெடித்துத்தகர்த்தலும் ஆகிய இவ்வேலைகள் யாவற்றையும் ஒரே எந்திர வேலை யாகத் தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழ் எந்திரம் ஒருங் கிணைக்கின்றது. இத்தகைய எந்திரம் அடர்த்தி யான இருபடுகைகளுக்கிடையேயுள்ள தளர்த்தியான படுகையிலிருந்து உடைத்து அல்லது தோண்டி நிலக் கரியை எடுத்து, கொண்டுசெல்லும் 'ஊர்தியில் ஏற்றுகின்றது. மரபுவழிச் சுரங்கம் அகழ் முறை அல்லது தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழ் முறை ஆகிய வற்றில் செய்யப்படும் அதே முறையிலேயே நிலக் கரியை உள்ளிருந்து வெளியே எடுக்கும் செயலும் கூரைப்பகுதியைத் தாங்குதலும் நிகழ்கின்றன.

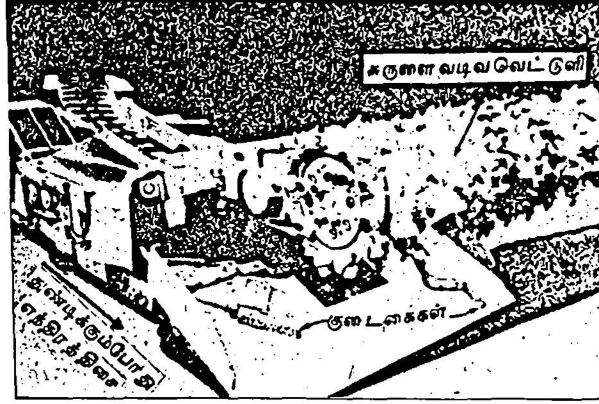
1950 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு நிலத்தடி நிலக்கரி ஆக்கத்தின், வழக்கமான சுரங்கம் அகழ் முறையில் பெறப்பட்ட நிலக்கரியின்சரி விகித அளவு ஒரே சீராகக் குறைந்தபோதிலும், வரப்போகும் பல் லாண்டுகளில், இம்முறை முதன்மையான பங்கினை வகிக்கும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. 1950 ஆம் ஆண்டு முதற் கொண்டு தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழ் முறையில் 1966 ஆம் ஆண்டு பெறப்பட்ட நிலக்கரி யின் அளவிற்குச் சமமாக அமைந்தது. படம் 3 இல் தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழ் எந்திரம் விவரிக்கப்பட் டுள்ளது (பக்கம் 435).

நீண்ட சுவர்களைக் கொண்டு சுரங்கம் அகழ் முறை பல்லாண்டுகளாக ஐரோப்பாவில் நிலவி வந் தது. இம்முறை அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் மட்டுமே செயற்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. நீண்ட சுவர்களைக் கொண்டு சுரங்கம் அகழ்தலில் நிலக்கரிப்பாளத்தின் நான்கு பக்கங்க ளைச் சுற்றியும், செலுத்தும் நுழைவுகள் அல்லது அடிநிலவழி அகழ்வுகள் செய்யப்பட்டுத் தோண்டி எடுக்கப்படும் பெரிய நிலக்கரிப் பாளம் தனிப்படுத் தப்படுகின்றது. இதன் பின்னர் பாளத்தின் அகலப் பகுதியில் குறுக்காக (100 முதல் 265 மீ வரையில்) ஒரே நேரத்தில் துண்டு போடப்பட்டு சுரங்கம் வெட் டப்படுகின்றது. சுரங்கம் அகழ் எந்திரமானது உருளை வகை சார்ந்த குறுக்குத் துண்டிப்பினைச் செய்யும் எந்திரமாகவோ அல்லது நிலக்கரி முகப்பின் நெடுகிலும் செலுத்தக்கூடிய கலப்பை போன்ற எந் திரமாகவோ அமையும். முகப்புக்கூறிலிருந்து நிலக் கரியைத் தோண்டியெடுக்கும்போது அது தரையில் விழும். அப்போது இந்நிலக்கரியினைக் கொண்டு செல்லும் கருவி தொடர்ந்து அதை நீக்குகின்றது. இத்தகைய முறை அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தொடர்ந்து பயன்படுமென எதிர்பார்க்கப்படுகின் றது. ஏனெனில் இம்முறையின் வழியாகச் சுரங்கத் தின் சிறிய பகுதியில் மட்டுமே நிலக்கரி எடுத்தலில் கவனம் செலுத்தப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக மேம்பட்ட முறை நிலக்கரி எடுப்பதில் எளிதாக்கப் பட்ட காற்றோட்ட அமைப்பையும் பெறலாம்.

படம் 4 இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பயன்படுத்தும் நிலத்தடிச் சுரங்கம் அகழ் முறைக ளின் போக்கு, காட்டப்பட்டுள்ளது (பக்கம் 435).

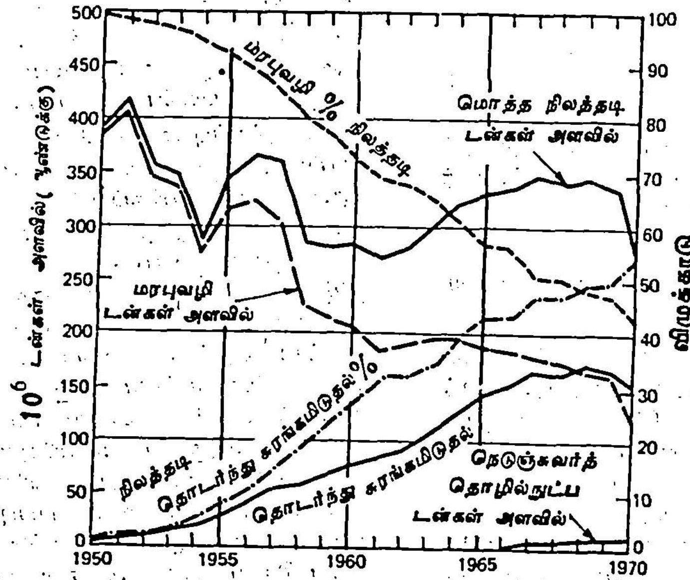
நிலக்கரி வெட்டி எடுத்தல்

தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழ் முறையின் வளர்ச்சி யின் காரணமாகவும், ஆட்களைக் கொண்டு சுமை யேற்றம் செய்யும் முறை அறவே நீக்கப் பட்டதன்



படம் 3. தொடர்ந்து சுரங்கம் அகழும் எந்திரம்

சுரங்கப்பரப்பில் நிலக்கரி சேரச்சேர இவ்வெந்திரந் துண்டிடும் தலைப்பகுதியின் திருகுச் சுழற்சியின் காரணமாய், நிலக்கரி அடுக்கினைத் தொடர்ந்து எந்திரத் தலைப்பகுதியின் மையத்திற்கு நகர்த்துகின்றது. இதனால் வேகமாகச் சுமையேற்றம் செய்வதற்கும் மேம்பட்ட துப்புரவிற்கும் வகை செய்யப்படுகின்றது. இரண்டு 300 மின்னோடிகள் எந்திரத்தின் எல்லா இயக்கங்களுக்கும் காரணமாய் அமைகின்றன. இருவேகங்களைக் கொண்ட எந்திர வகையான டிராம் அமைப்பு, நீரியலாய் இயக்கப்படும் வட்டவடிவான இறுக்கிப் பிடிக்கும் அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துகின்றது. எந்திரத்தின் நீரியல் அமைப்பு 80 kscm அழுத்தத்தில் இயங்குகின்றது. பாதுகாப்பிற்கான அமைப்புகளில் அடங்குவன இவ்வெந்திரத்தை இயக்குபவரினுடைய பாதுகாப்பான மேற்பகுதியும், இப்பாதுகாப்பான மேற்பகுதியின் உயர். படுகை வேறுபாடுகளுக்கேற்பக் கட்டுப்படுத்தக் கூடியதாயும் அமைகின்றது. நெருக்கடி நிலைகளின் போது எந்திரத்தை முடுவதற்சேற்ற பாதுகாப்பினை வழங்கும் தட்டையான அமைப்பு மேலும் தற்செயலாக மின்னோடி தொடங்கி இயக்காமலிருக்கத் தேவையான பாதுகாப்பையும் கொண்டுள்ளது.



படம் 4 அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் நிலத்தடிச் சுரங்கம் அகழ் முறைகளின் போக்கு

காரணமாகவும், 1960 ஆம் ஆண்டின் கடைசியில் திறன்முறையில் அமைந்த சராசரி ஆக்கம் ஒரே சீராக (1965 முதல் 1969 வரையுள்ள காலக்கட்டத்தில் 7% வீதம்) உயர்ந்தது. 1960 ஆம் ஆண்டின்போது, நிலத்தடிச்சுரங்கம் அகழ்வதையும், மேற்பரப்புச் சுரங்கம் அகழ்வதையும் சேர்த்துக் கருத்தில் கொள்ளும்போது, ஒரு நாளைக்கு ஓர் ஆளுக்கு 12.83 டன்கள் அளவுள்ள நிலக்கரி தோண்டிஎடுக்கப்பட்டது. இந்த அளவு 1965 ஆம் ஆண்டு 17.52 டன்களாக உயர்ந்தது. இது மேலும் 1969 ஆம் ஆண்டு 19.90 டன்களாக உயர்ந்தது. பிறகு 1969ஆம் ஆண்டின் நிலக்கரிச் சுரங்கத்திற்கான உடல்நலம் மற்றும் பாதுகாப்புச் சட்டத்தின் காரணமாக நிலக்கரி எடுப்பதில் கட்டுப்பாடுகள் தோன்றி வெளியீடு அளவு ஓரளவிற்குக் குறையலாயிற்று (1970 ஆம் ஆண்டில் 18.84 டன்கள்). இச்சட்டம் இயற்றிய பின்னர், தனித்தனியான நிலக்கரிச் சுரங்கங்களின் வெளியீட்டு அளவு 15 முதல் 30% வரை குறையலாயிற்று. 1 பருமீட்டர் காற்றில் உட்கொள்ளத்தக்க தூசு, பெரும அளவான 2 மில்லிகிராம்களுக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது என்ற சட்டத்தின் தூசுக் கட்டுப்பாட்டு விதிகள் கூறுகின்றன. சுரங்கச் சுழற்சி, கூரைக்கட்டுப்பாடு, காற்றோட்டம், மற்றைய கட்டுப்பாட்டு விதிகள் ஆகியன வெளியீட்டுக் குறைவிற்குக் காரணமாய் அமைகின்றன.

நிலத்தடியில் கூரையைத் தாங்குதல். நிலத்தடி நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் பாதுகாப்பான திறமையான சுரங்க வேலைக்கு மிக முக்கியமாக அமைவது மேனிலைக் கூரையைத் தாங்கும் அமைப்பாகும். தோண்டப்பட்ட திறந்த இடங்களினால் நிலைக்குலைவு உண்டாக்கும் அழுத்தச் சமநிலையின்மையினை இயன்ற வரையில் நிலைநிறுத்துவதற்கேற்ற கூரையைத் தாங்கும் அமைப்பைத் திட்டமிட வேண்டும். அவ்வாறிருப்பினும் தற்காலிகத் தாங்கிகளைப் பயன்படுத்திச் சுரங்கத்தின் வெளிப்படாத திறன் வெளிப்பாட்டைத் தாமதப்படுத்துவது அடிக்கடி உகந்ததாக அமைகின்றது.

நான்கு முதன்மையான வகைகளில் கூரை இடிந்துவிழுதல் நிகழலாம்.

அவற்றில் ஒன்று, கீழ்நோக்கி விழுதல் (சுரங்கக் கூரையிலிருந்து பாறை உடைந்து விழுதல்). இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளின் கால இடைவெளிகளும், அவற்றின் அளவும் மிகவும் வேறுபட்டவை. மேலும் சில நேரங்களில் இது முன்கூட்டியே தெரிவிக்க இயலாதது. தக்கவாறு பொறிஞர்கள் கண்காணித்து இயக்கிவரும் சுரங்கங்களில் எதிர்பாராதவாறு கூரை இடிந்து கீழ் நோக்கி விழும்போது, கூரையிலேயே அமைந்த எதிர்பாராத கட்டமைப்புக் குறையின் காரணமாக அத்தகைய நிகழ்ச்சி நடந்தது எனக் கூறப்படுகின்றது. சிறிய கற்பலகைகள் தொடர்ந்து கழன்று விழுவதால், கீழ் நோக்கி விழும் நிகழ்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. மறுபுறத்தில், இவ்வாறு கீழ்விழும்போது நன்கு கடினமான பாறைகளின் பெரும்பாளங்கள் கழன்றுவிழும். பெரும் அளவில் இக்கீழ்விழும் நிகழ்ச்சிகள் ஆயிரக்கணக்கான டன்கள் அளவில் இருக்கும். இது முதன்மையான கூரையிலிருந்து நிகழவும் கூடும்.

இரண்டாவதாக, நெரித்தல் என்ற நிகழ்வைக் கூறலாம். வலிமை போதிய அளவில் இல்லாதிருப்பதால் சுரங்கத்தின் கூரையானது நெகிழ இடங்கொடுக்கும். இத்தகைய நெரிப்பின் அளவு2.5 செ. மீ. அளவிலிருந்து பல மீட்டர் வரையில் இருக்கும். மிகுந்த அளவில் நெரிப்பு தோன்றுவதனால் சுரங்கத்தின் உயரம் குறையும்போது சுரங்கத்தின் பல பகுதிகளில் வேலை நின்று போய்விடும்.

மூன்றாவதாக, வெடிப்புகள் அல்லது வீசி எறிதலைக் கூறலாம். நிலக்கரியிலோ பாறையிலோ தோன்றும் குறைபாடுகள் காரணமாகத் திடீர் வெடிப்பினைப் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் தோன்றும். இவ்வெடிப்புகள் வளைந்த கூரை அமைப்புகளிலோ தூண்களிலோ தோன்றும். இவை உயர் அழுத்தம் கூடியவையாய் இருக்கும்.

நான்காவதாக, திட்டமிட்டுச் சரியவிடுதலைக் கூறலாம்.நீண்ட சுவர்ச் சுரங்கத்தில் தூண்களை மீட்கும்போது சுரங்கம் அமைந்த பரப்பின் கூரை கீழே விழத் தூண்டுமாறு கட்டமைப்பது தவிர்க்க முடியாததாகின்றது. இத்தகைய அமைப்பு வேலை செய்யும் பகுதியிலமைந்த தாங்கிகள் மீதான அழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றது. இத்தகைய அமைப்பு இல்லாதபோது இத்தாங்கிகள் மிகுந்த சுமைக்கு உட்படுத்தப்பட்டு முறிவினைத் தோற்றுவிக்கும். நிலக்கரி அடுக்கின் ஒரு பகுதியாகத் தூண்கள் அமைகின்றன. இவை தாங்குவதற்காகப் பயன்படுகின்றன.

பலதிறப்புகளைக் கொண்டசுரங்கம் அகழ்பெரும் பரப்புகளில் மேலமைந்த சுமையின் முழு எடையும் தூண்களால் தாங்கப்படுகின்றது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் அறையும் தூணும் என்ற முறை பெருவழக்கிலுள்ள சுரங்கம் அகழ் தொழில் நுட்பமாகும். இம்முறை திறம்பட வேலை செய்வதற்கேற்றது. இதன் குறைபாடுயாதெனில், குறிப்பிட்ட அளவுள்ள நிலக்கரி, சுரங்கத்திலேயே தங்கி விடுகின்றது. பொதுவாக எங்கு கட்டுமானஞ் சார்ந்த சுமையேற்றம் தள்ளிக் கழிக்கக் கூடியதாய் உள்ளதோ அங்குத் தூணின் அழுத்தம் புவியீர்ப்பைச் சார்ந்திருக்கும். மேலும் அத்தகைய இடங்களில் இடைநிலை அழுத்தங்கள் இருப்பதில்லை. எப்படியிருப்பினும் நிலக்கரி வயலின் அளவீடுகள் மேற்கொண்டாலன்றி அழுத்தப் பகிர்வீட்டினை மிகச் சரியாகக் கணித்துக் கூறுதல் இயலாது. தூண்களுடன் வேறு விதமான கூரைத் தாங்கிகள் தேவையாக உள்ளன.

நிலைத்த, தற்காலிகக் கூரைத்தாங்கி அமைப்புகளின் கட்டமைப்பில், மரம் ஒரு முக்கிய கூறாகும்.

கையாளுவதற்கும் வடிவமைப்பதற்கும், மரம் எளிதாக உள்ளது. மேலும் சுரங்கச் சூழ்நிலைகளில் அவை நீண்டநாள் உழைக்கக்கூடியவை. பதப்படுத்தப்பட்ட மரம் 10 ஆண்டுகள் வரை உழைக்கக் கூடியது. ஆனால் பதப்படுத்தாத மரம் மூன்றாண்டுகள் மட்டுமே உழைக்கும். மரமானது முறிவுக்கு உள்ளாக்கப்படும் போது எழுப்பும் ஒலியினைக் கொண்டு, மிகுந்த அளவில் நில அழுத்தங்கள் உண்டாகின்றன என்பதை முன்கூட்டி அறிய இயலும். ஆகையால், கூரைக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளில் மரம் மேலும் பொருத்தமாய் உள்ளது. மரங்களைக் கம்பங்களாகப் பயன்படுத்தும் போது அவை அழுத்தச் சுமைகளைத் தாங்கக் கூடியவையாய் உள்ளன. குறுக்கு மூட்டுகளாக மரங்களைப் பயன்படுத்தும்போது, அம்மரங்கள் ஒரு திறப்பின் அளவு தொலைவு தேவையான கூடுதல் வலிமையை வழங்குகின்றன. மரங்களைக் கொண்டு மிகப் பேரளவில் கூரையைத் தாங்கும் கட்டமைப்புகள் கட்டப்பட்டுள்ளன. ஆனால் இத்தகைய கட்டமைப்புகள் தற்காலச் சுரங்கத்தொழிலில் காணப்படுவதில்லை.

மரங்களின் குறிப்பிட்ட பயன்பாடுகளில் அடங்குபவை நிலக்கரியைக் கொண்டு செல்லும் பாதைகளிலும் கூடுதல் தாங்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுதல், புதிதாகத் தோண்டப்பட்டு வேலை செய்யும் இடங்களில், தற்காலிகத்தாங்கிகளாகப் பயன் படுத்தப்படுதல், தூணை மீட்கும்போது விரும்பத்தக்க உடைப்புவழியை உண்டாக்கத் தற்காலிகத் தாங்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுதல், விழுந்த பரப்புகளைத் தாங்கப் பயன்படுத்தப்படுதல், சுரங்கச் செயலின் போதும் அல்லது தூண் கழன்று விழும்போதும், தூணின் அளவுகள் குறையும்போதும், துணைத் தாங்குதலாகப் பயன்படுத்தப்படுதல், தளர்ந்த மேற்பகுதியைப் பிடித்து நிறுத்துவதற்குக் கூரையில் அடிக்கப்பட்ட மரையாணிகளுடன் சேர்த்து அமைப்பதற்குப் பயன் படுத்தப்படுதல், கூரைத் தாங்கியாக, உறுதியான, எஃகு வளைவுகள் பயன்படுத்தப்படுதல், என்பன ஆகும். எஃகு வளைவுக் கட்டமைப்புக்கள் கீழ்க்கண்ட இடங்களில்வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அவையாவன, தரை அழுத்தம் அதிகமாக உள்ள இடங்கள், மேலமைப்புமிகுந்தஅளவில் முறிவிற்கு உள்ளாக்கப்பட்டுள்ள இடங்களை, நிலத்தடி நகர்வு நெரித்தல் அல்லது முயற்சியுடன் தூக்குதல் எதிர்பார்க்கப்படுகிற இடங்கள், தொடர்ந்து குறுக்கு நெடுக்கில் அமைந்த கம்பிவரிஅமைப்பும் கம்பிவரிக்கம்ப அமைப்பும் உள்ள இடங்கள், வளைவுகள் என்பனவாகும். முதலில் கூறப்பட்ட அமைப்பு குத்தான, பக்கவாட்டு அழுத்தங்களைக் கட்டுப் படுத்துவதற்கு ஏற்றது. ஆனால் பின்னர் கூறப்பட்ட அமைப்பு செங்குத்தான சுமைகள் உள்ள இடங்களில் மிகுந்த அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வழக்கமான அமைப்புகளாவன, குத்தான அழுத்தங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகக் கால்கள் போன்ற கூறுகளைக் கொண்ட 3கூறுகள் உள்ள வளைவு,குத்தான, பக்கவாட்டு அழுத்தங்களைக் கட்டுப்படுத்தக் கால்கள் போன்ற கூறுகளைக் கொண்ட 3 கூறுகள் உள்ள வளைவு, எல்லாத் திசைகளிலிருந்தும் அழுத்தங்களைக் கட்டுப்படுத்த சமச்சீரமைப்புடைய வளைவு 3 அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட கூறுகளைக் கொண்டது என்பனவாகும். இணங்கத்தக்க அமைப்பின் சில நன்மைகளாவன, சுமையேற்றம் அதிகரிக்கும்போது, சுமைதாங்கும் வல்லமையும் அதிகரித்தல், எஃகுக் கூறுகள் இற்றுப் போகும் சுமைக்கும் கீழான சுமைகளில் இணைப்புகள் இற்றுப் போதல், வளைவுகளை மீளப் பெற்று மீண்டும் வடிவமைதல் என்பன. மேலும்இவையாவும்பராமரிப்பற்றவையாய் உள்ளன. உறுதியான அமைப்புக்களை நிலத்தடி அழுத்தமும், நிலத்தடி நகர்வும் அழிக்கும் இடங்களில் இணங்கத்தக்க வளைவுகள் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இணங்கத்தக்க கட்டமைப்புக்களை நிறுவுவதற்கு, அதைப் போன்ற உறுதியான தாங்கிகளை அமைப்பதற்காகும் வேலையாட்களைக் காட்டிலும் கூடுதலான வேலையாட்களைக் கொண்டு நிறுவ வேண்டியுள்ளது.

நெருக்கடியான இடங்களில் நிலைத்த வலிமையான தாங்கியாக, முட்டுகளும் கட்டுமானத் தூண்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நிலைத்த திறப்புகளை அடைக்கவும் வலிமையூட்டவும், சாந்து பூசப்படுகின்றது. தளர்ந்த அல்லது ஊடுருவ இடம் தரும் பாறையினை நிலைப்படுத்தச் சாந்துப் பூச்சுகள் குறிப்பாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அவை கன்னைட், கற்காரை அல்லது பல்லுறுப்பி ரெசின்களைக் கொண்டு மேற்பூச்சுகளை அல்லது புறணி அமைக்கும்போது திறப்புக்களை அடைப்பதுடன் வலிமையூட்டவும் செய்கின்றன. நல்லதொரு இறுதிப்பயனை அடைவதற்கு, ஒரு திறப்பினைத் தோண்டி எடுத்த உடனேயே அதற்கான மேற்பூச்சுகளையும் அமைத்து முடிக்கவேண்டும். வலிமையூட்டும் கம்பிவரையின் மீது அல்லது கூரையின் மீது பொருத்தப்பட்ட மரையாணியின் மீது மேற்பூச்சிற்கான பொருளைப் பயன் படுத்த வேண்டும். நிலைத்த பளுச்சுமை தாங்கியை வழங்க, வலிமையூட்டப்பட்ட கற்காரை மேற்பூச்சுகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

20 ஆம் நூற்றாண்டின் முதல் பாதிவரையில், எல்லாச் சுரங்கக் கூரைகளும் மரக்கம்பங்களாலும் குறுக்கு மரத்தூலங்களாலும் தாங்கப்பட்டன. ஏனெனில், தரைக்கும், தாங்கிகளால் சுமந்து கொண்டிருக்கும் கூரைக்கும் இடையில் ஆப்பினைப் போன்ற இடைவெளியை உண்டாக்க இவ்வமைப்பு உதவும். தொடக்கக் காலச் சுரங்கமிடும் தொழிலில் கைகளால் ஆளப்பெறும் கருவிகளைக் கொண்டு பெரும்பாலும் சுரங்க வேலை செய்தபோது, குறுகிய

வேலை செய்யும் இடங்களினாலும், வளைவான நுழைவுகளினாலும், சுரங்கத்திலிருந்து கொண்டு செல்லப்பட்ட நிலக்கரியின் அளவு குறைந்துவிட்டது. 1930ஆம் ஆண்டின் போது எந்திரத்தால் சுரங்கம் அகழ் முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது, அறைகள் அகலப்படுத்தப்பட்டன. மேலும் சுரங்கத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நிலக்கரியின் அளவும் உயர்ந்தது. ஒவ்வோர் ஆக்கம் செய்யும் பிரிவிலும் 4 இலிருந்து 6 வரை தச்சர்கள் தேவைப்பட்டனர். 1940 ஆம் ஆண்டின் போது, மரவேலை செய்யும் எந்திரங்கள் மரங்களை நிறுவும் வேலையினை எந்திர மயமாக்கின. இதன் காரணமாகப் பெரும்பான்மையான வேலையாட்கள் குறைக்கப்பட்டனர். இரு வேலையாட்களே போதுமாக இருந்தனர். இவ்வெந்திரங்கள் மரத்தூலங்களை உயர்த்திக், கம்பங்களை அறுத்துத் தேவையான நீளத்திற்கு அளித்தன. 1950 ஆம் ஆண்டில், புதியதொரு கருத்து தோன்றியது. அதன் காரணமாகக் கூரையினை மரையாணிகளால் நிறுத்திப் பிடிக்கும் முறை நிறுவப்பட்டது. இக்கருத்து தெற்கு இல்லினாய்ஸ் சுரங்கங்களில் சோதனை செய்யப்பட்டது. இச்செயல்முறை, அமெரிக்க நாடுகளின் சுரங்கக் குழுவினால் விரிவாக்கப்பட்டு, ஆதரிக்கப் பட்டது.

கூரையினை மரையாணிகளால் நிறுத்திப் பிடிக்கும் முறையினால், கூரை கீழ் விழும் விபத்துகள் பேரளவில் குறையலாயின. மேம்பட்ட காற்றோட்டத்தின் காரணமாயும், கம்பங்களால் தாங்கத் தேவையற்ற பகுதிகள் சுரங்கமிட்டமையாலும், பரந்த அளவில் வேலைசெய்யும் இடங்களிலிருந்து பெரிய அளவில் நிலக்கரியை மீட்டதாலும், கம்பங்கள் நீக்கப்பட்டதன் காரணமாய், வேகமாகவும் பாதுகாப்பாகவும், நிலக்கரியைச் சுரங்கத்திலிருந்து கொண்டு சென்றதாலும் ஆக்கத்தில் மேம்பாடு உண்டாயிற்று.

தொடக்கக் காலத்தில் கூரையினை நிறுத்திப் பிடிப்பதற்கு, 2.5 செ.மீ எஃகுக்கம்பிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவை எஃகு ஆப்பினைப் பெறுவதற்கு ஏற்றவாறு நிலத்தூடே 15 செ.மீ வரையில் இரண்டாகப் பிளக்கப்பட்டிருந்தன. மரையாணியின் கீழ் முனை புரிகளைக் கொண்டதாயுள்ளது. மரையாணியின் நீளத்தைக் காட்டிலும் குறைவாகவும், முன்னரே தீர்மானிக்கப்பட்ட ஆழம் வரையிலும், 3 செ.மீ விட்டமுடைய துளையைச் செய்து கூரையினை மரையாணிகளால் நிறுத்திப் பிடித்தல் நிறைவேற்றப்படுகிறது. ஆப்பினை மரையாணியின் பிளவுண்ட பகுதியில் தளர்வாக நுழைத்த பின்னர் இக்கூட்டமைப்பு, துளையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு செலுத்தும்போது இந்த ஆப்பமைந்த மரையாணி முனை மேல்நோக்கி இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். மோதுதல் காரணமாய், ஆப்பினையும் தாண்டி, மரையாணியின் பிளவுபட்ட பகுதிகள் கூரையினுள் சென்று துளையின் சுவரில் இருபக்கங்களும் வெட்டப்பட்டு புனல் வடிவக்குழி உண்டாக்கப் பெற்று அதனூடே மரையாணி நன்கு நிலை கொள்கிறது. பின்னர் துளையிலிருந்து நீட்டப் பெற்றிருக்கும் மரையாணியில் புரியமைந்த முனையில் தட்டு வடிவான பட்டை வளையம் செலுத்தப் பட்டுப்புரிகளில் திருகுமுறை ஏற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு மரையாணிக்குப் பட்டை வளையத்திற்கும் அதன் ஆதாரப்புள்ளிக்கும் இடையே இழுப்பு விசை ஊட்டப்படுகிறது.

கூரையினை மரையாணிகளால் நிறுத்திப் பிடிக்கும் முறைக்குத் தேவையான பொருள்களும் கருவிகளும் விரைவில் மேம்படுத்தப்பட்டன. மரையாணியேற்றும் முறையின் முதன்மைச் செயற்பாடாக அமைவது சுரங்கச்கூரையின் கட்டமைப்பு ஒருமைப்பாட்டினை நிலைநிறுத்துவதேயாகும். மிகவும் இறுக்கமான அடுக்குகளிலிருந்து கீழேவிழும் கற்பலகைகள் போன்ற தளர்ந்த கூரைப் பொருளைத் தாங்குவதற்கும் இம் மரையாணிகள் பயன்படுகின்றன. மேலும் மரையாணிகளை நிறுவுவதற்கான துளைகள் கூரையிலுள்ள வளிமங்களை வெளியேற்றுவதுடன் கூரையில் உள்ள நிலைத்த நீர் அழுத்தத்தையும் குறைக்கின்றது.

நிலத்தடிச் சுரங்கமிடுதல் பாதுகாப்பும் உடல் நலம் பேணுதலும். நிலத்தடிச் சுரங்கமிடும் முறையினைக் குறைந்த அபாயம் கொண்ட தொழிலாகச் செய்வதில் பல்லாண்டுகளாக முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டுஅதற்கான தொழில் நுட்ப முன்னேற்றமும் உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. 1969 ஆம் ஆண்டின் கூட்டிணைந்த நிலக்கரிச் சுரங்க உடல் நலம் மற்றும் பாதுகாப்புச் சட்டத்தை அமெரிக்க நாடு நடைமுறைப் படுத்திய போது அது பாதுகாப்பு மற்றும் உடல் நலத்திற்கான திட்டங்களுக்குப் புதிய வரவேற்பை ஊட்டியது. இச்சட்டம் கட்டுப்பாடுகளைச் செயல்படுத்துமாறு அறிவித்ததுடன் சுரங்கத்தொழிலுக்குத் தேவையான தொழில் நுட்பம், பணியாட்களுக்குத் தேவையான கல்வியறிவு, பயிற்சி, பரந்த அடிப்படையிலான ஆராய்ச்சித் திட்டம் ஆகியவற்றையும் வலியுறுத்தியது. தொழிற்சாலை வேலையாட்களுள் தனித்த பிரிவினரின் நலத்தை மேம்படுத்துவதற்காக, மிகப்பரந்த அளவில் விரிவான தொழிலாளர் நலப் பாதுகாப்புத் திட்டங்களைக் கொண்டதாய் இச் சட்டம் அமைந்தது.

அமெரிக்காவில் சுரங்கத்தின் பாதுகாப்பு மற்றும் உடல் நலம் பேணும் துறைகளில் ஆழ்ந்த கவனம் செலுத்துகின்றனர். 1972 ஆம் ஆண்டு முதற் கொண்டு அரசினால் பணம் வழங்கப்பட்டு மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆராய்ச்சித் திட்டத்தின் குறிக்கோள் யாதெனில், பெரும்பிரச்சினையைக் கொண்ட

பகுதிகள் இதில் அடங்க வேண்டும் என்பதாகும். மேலும் இதில் கீழ்க்கண்டவையும் அடங்கும்.

தரைக்கட்டுப்பாடு. எதிர்பாராதபோது கூரை இடைவரிகள், முக்கூறு நிலக்கரி போன்றவை விழுவதைத் தடுக்கும் நோக்கத்துடன் வளர்ந்துவரும் தொழில் நுட்பத்தின் வழியாகத் தரைக் கட்டுப்பாட்டுடன் தொடர்பு கொள்ளுதல் இதில் அடங்கும். அந்த ஆய்வுப் பகுதிகளாவன, செயற்கையான தாங்குதல். அபாயத்தைக் கண்டறிதல், சுரங்கத்திறப்புக்களை வடிவமைத்தல் என்பனவாகும். நிலைப்புத் தன்மையற்ற கூரை நிலைகளைக் கண்டறிவதற்கு இடைநிலைக் கூரை இழுவிசை காட்டும் கருவிகள் சோதிக்கப்பட்டுள்ளன. நுண்ணிய நில அதிர்ச்சி முறிவினை முன்னறிவிப்புச் செய்யும் அமைப்பும் கூரைக்கான பல்லுறுப்பாக்கப்பட்ட மரையாணிகளும், வேதியியற் பொருட்களுடன் தோய்த்தெடுக்கும் தொழில் நுட்பமும் மற்ற ஆய்வுத் திட்டங்களில் அடங்கும்.

தீயினையும் வெடித்தலையும் தடுத்தல். இப்பகுதியின் ஆய்வில் அடங்குபவையாவன, தீப் பற்றுதல், தீச் சுடர் பரவுதல், தீயினைக் கண்டுபிடித்தல், அதற்கான அபாய அறிவிப்பு. தீபரவாமல் கட்டுப்படுத்துதல், அணைத்தல், மித்தேன் அளவீடு என்பனவாகும். இதற்காகச் சோதனையிடப்பட்ட கருவிகளிலும் தொழில் நுட்பங்களிலும், அடங்குவன வெடித்தல் நிகழாத அறைத் தடுப்புகளும், நிலக்கரித் தூசு பாறைதூசுகளை ஆய்வு செய்யும் கருவிகளும் முதற் கூறுச்சாதனைங்களுக்கான தீப்பற்றுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகளும் தொலை தூரக் காப்பு முத்திரைத் தொழில் நுட்பமும் ஆகும்.

தொழிற்சாலை வகைசார்ந்த அபாயங்கள். மின்சாரம் எந்திர வகை ஒளியூட்டம் இவற்றைச் சார்ந்த. ஆனால் அவசர நிலை சாராத தகவல் தொடர்புத் துறைகளில் தோன்றும் அபாயத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். இதில் கண்ட முன்னேற்றங்களாவன, முன்னேற்றமடைந்த தொலை தூரக் கண்காணிப்பும், தகவல் தொடர்பு அமைப்புகளும் எடுத்துச் செல்லத் தக்க சுரங்கப் பகுதிகளை ஒளியூட்டும் அமைப்புகளும் தள்ளுவண்டியுடன் அமைந்த கம்பியில்லாத் தொலைபேசி அமைப்புகளும் நிலத்தடியில் பயன்படுத்தப்படும் குறைந்த நிலக் கரியினால் இயங்கும் எந்திரங்களின் பயன்பாட்டிற்கான பாதுகாப்பினைக் கொண்ட மேற்கட்டுமானங்களும் ஆகும்.

மீத்தேன் கட்டுப்பாடு. இது மீத்தேன் நிறைந்த நிலக்கரிப் படுகைகளைச் சுரங்கமிடுவதற்காகப் பாதுகாப்பான முறைகள் உருவாக்குவதைக்குறிக் கோளாகக் கொண்டது. இதற்கான ஆய்வுப் பகுதிகளாவன, செறிவூட்டங்களையும், பாய்வினையும் முன் கூட்டியே அறிவித்தல், சுரங்கமிடுதலை முன்பாகவே கட்டுப்படுத்துதல், சுரங்கமிடும் போது கட்டுப்படுத்துதல் என்பனவாகும். இதற்கான சோதனை செய்யப்பட்ட தொழில் நுட்பங்களாவன, முகப்புப் பகுதியில் நீரைப்புகுத்திப் பரவவிட்டு மீதேன் அளவைக் குறைத்தலும், செங்குத்தான துளைகளின் வழியாக வாயுவை வெளியேற்றம் செய்தலும், நிலக்கரிப் படுகைகளை ஊடுருவும் எண்ணெய், வளிமக்கிணறுகளை அடைத்தலும், இயங்கும் சுரங்கங்களில் முழுமையாக வளிம நீக்கம் செய்தலும் ஆகும்.

சுரங்க அழிவுக்குப் பின்னர் உய்வும், மீட்பும். இது, ஒரு சுரங்கம் அழிவிற்குண்டானால் உள்ளே சிக்கிய சுரங்கத் தொழிலாளியை மீட்கும் வாய்ப்புகளை மேம்படுத்தும் இடர்காப்பு உதவித் தொழில் நுட்பம், தகவல் தொடர்பு அவசர உயிர் காக்கும் அமைப்புகள் ஆகியவற்றை உருவாக்கும் குறிக்கோளைக் கொண்டது. மேம்பட்ட தொழில் நுட்பத்திற்கு குறிப்பிடத் தக்க எடுத்துக் காட்டுக்களாவன, 1972-ஆம் ஆண்டில் பிளேக்ஸ் வில்லி விபத்து சூரிய ஒளிச் சுரங்கத்தின் விபத்து ஆகியவற்றை ஆழ்ந்து ஆய்வு செய்து கவனித்தல், 1972-இல் நடந்த சூரிய ஒளிச் சுரங்க விபத்தில், மீட்புக்குழுவினருக்கு, கம்பியில்லாத் தகவல் தொடர்பு அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துதல், நேமகோலின் சுரங்கத்தீயிலும் 1991 பிளேக்ஸ் வில்லி சுரங்கத்தீயிலும் (1972) அகப்பட்ட சுரங்கத் தொழிலாளர்களைப் பூமி அதிர்ச்சி முறைகளைப் பரிசோதனையாகப் பயன்படுத்திக் கண்டுபிடித்தல், அடைப்பட்ட சுரங்கத் தொழிலாளர்களைக் கண்டுபிடிக்க மின்காந்தத் தொழில் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துதல் என்பனவாகும்.

மூச்சுவிடத்தக்க தூசுப்பொருள். நிலக்கரிச் சுரங்க வேலையின் போது சுரங்க வேலையாட்கள் மூச்சு விடும் போது நிலக்கரிச் சுரங்கத் தூசுப் பொருளிலிருந்து அவர்களைப் பாது காக்க வேண்டும். இதற்கான ஆய்வுகளில் அடங்குவன, தூசு உருவாக்கம், தூசுக்கட்டுப்பாடு, தூசினை அளவிடுதல் என்பனவாகும். இதற்கான சோதனைகளாவன, சுவாசிக்கத்தக்க தூசின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த, நிலக்கரிப் படுகைகளில் நீரினைப் புகுத்திப் பரவ விடுதல், முகப்பில் தூசினைக் குறைக்கத் தொடர்ந்து சுரங்கமிடும் எந்திரங்களுடன் இணைத்து நீரினை அடிப்படையில் உயர் விரிவினைக் கொண்ட நுரைக்கும் அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துதல், நிலக்கரியைக் கொண்டு செல்லும் கருவிகளிலும் மாற்றம் செய்யும் புள்ளிகளிலும் தூசுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் நுரைக்கும் அமைப்புக்களைப் பயன்படுத்துதல் அன்றியும் முன்னோடி மாதிரி வகையைச் சார்ந்த தூசு அளவிடும் கருவிகளைப் பயன்படுத்துதல் என்பனவாகும்.

ஒலி (sound). தகவல் தொடர்பு, எச்சரிக்கைக் குறிகளின் ஏற்கத் தக்க ஒலி எல்லைகளை மதிப்பீடு செய்வதுடன், ஒலிக்குறைப்பிற்கும் கட்டுப்பாட்டிற்குமான தொழில் நுட்பத்தினை உருவாக்குதல் அடிப்படைத் தேவையாகும். இதற்கான வளர்ச்சியில் அடங்குவன, வழக்கமான ஒலி

அட்டவணை 10. நிலத்தடி நிலக்கரிச் சுரங்க விபத்துகளின் முதன்மையான வகையினங்கள் (அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள், 1966-1971)

வேலைகள்	மொத்த விபத்துகளின் விழுக்காடு
கூரையை மரையாணியால் நிறுத்திப் பிடிக்கும் வேலையைச் செய்பவர்	10.3
நிலக்கரிச் சுமையேற்றம் செய்பவர்	9.7
வேலையை மேற்பார்வை செய்பவர்	9.4
தொடர்ந்து சுரங்கமிடும் இயக்கத்தைச் செய்பவர்	8.5
பழுதடைந்ததைச் சரிபார்ப்பவர்	7.8
பொது மேற்பார்வையாளர்	7.2
சிறிய இடைப்போக்குவரத்தை இயக்குபவர்	7.0
பொது வேலையாள்	6.8
மின்னோடியை இயக்குபவர்	6.2
தொடர்ந்து சுரங்கமிடும் உதவியாளர்	5.7
இழுவை எந்திரத்தை இயக்குபவர்	4.1
கைகளைக் கொண்டு சுமையேற்றம் செய்பவர்	3.7
மரவேலை ஆள்	3.6
வழங்கும் ஆள்	3.5
சுமையேற்றம் செய்யும் உதவியாள்	3.3
குண்டு வீசுபவர்	3.2

அட்டவணை 11. ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் முதன்மையான நிலக்கரிச் சுரங்க விபத்துகள்

ஆண்டு	இடம்	ஆட்கள்
1869	பிளைமவுத்	110
1884	பொகாஹாண்டாஸ்	112
1891	மேம்மத்	109
1892	கிரேப்ஸ்	100
1900	ஸ்காபீல்டு	200
1902	நிலக்கரி, ஆற்றுக்கால்	184
1902	ஜான்ஸ்டவுன்	112
1903	ஹான்னா	169
1904	செஸ்விக்	179
1905	நாரம்க வர்ஜீனியா	112

(1)	(2)	(3)
1907	ஜேகப்ஸ் ஆற்றுக்கால்	239
1907	மானான்கா	361
1908	மேரியானா	154
1909	சேர்ரி	259
1911	விட்டில்டன்	128
1913	டாச்ன்	263
1914	எக்கிள்ஸ்	181
1915	லேலேண்ட்	112
1917	ஹேஸ்டிங்ஸ்	121
1922	ஸ்பேங்ளர்	77
1192	டாசன்	120
1924	கேஸில் கேட்	171
1924	பென் உட்	119
1928	மேத்தர்	195
1930	மில் பீல்ட்	82
1932	மொவீகா	54
1940	பார்ட்லீ	91
1940	போர்டேஜ்	63
1943	ரெட்லாட்ஜ்	74
1947	சென்டிரேலியா	11
1951	மேற்கு பிராங்க்பர்ட்	119
1957	பிஷப்	37
1958	பிஷப்	22
1961	டெர்ரேஹாட்	22
1962	கார்மி கேல்ஸ்	37
1963	டோலா	22
1965	ரெட்ஸ்டோன்	9
1966	ஹோப் சிகரம்	7
1968	கிரீன் வில்லி	9
1968	பார்மிங்டன்	78
1970	ஹைடன்	38

எல்லையினை அளவிடும் அளவைமானிகளுக்குப் பதிலாக ஒலி அளவைமானியைப் பயன்படுத்தல், இத்தகைய ஒலி அளவைமானியைப் பயன்படுத்தும் போது காதுகளுக்குப் பாதுகாப்பினை வழங்கும் உலோகப் பட்டைகளிலிருந்து வேறுபடுத்திப் பயன் படுத்திக் கிண்டறிதல், மேலும், காற்றுப்பாய்வு இயக்கத்தின் வழியாகத் துளையிடும் போது உண்டா கும் ஒலியைக் குறைப்பதற்கான, ஒலியைக் கட்டுப் படுத்தும் ஓசையடக்கும் அமைப்பைப் பயன்படுத்து தல் என்பனவாகும்

தொழிற்சாலையில் உடல் நலம் பாதுகாத்தல் இது நிலத்தடிச் சுரங்கங்களில் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த வளிமங்களைக் கண்டுபிடித்துத் தெரிவிக்கும் கருவி களை உருவாக்கும் குறிக்கோளையும் டீசல்

எரிபொருள் ஆற்றலால் இயங்கும் சாதனங்களைப் பாதுகாப்பாக இயக்குவதற்கான தேவையைத் தீர்மானிக்கும் குறிக்கோளையும் கொண்டதாக உள்ளது. பல்லாண்டுளாகத் திரட்டப்பட்ட சுரங்க விபத்துக்களைச் சார்ந்த புள்ளி விவரத் தொகுப்புகள் பரந்த அளவில் ஆய்வு செய்யப்பட்டன. எந்திரங்களை மேம்படுத்துவதற்கும் இயக்கும் முறைகளுக்குமான அறிவுத் தேவையுடன் கூடிய புதிய வேலைகளை அளப்பதற்கு முன்னரே நீண்டகாலப் பயிற்சியளித்தலின் முதன்மை நன்கு உணரப்பட்டது. நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் வேலையிலேயே, ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சார்ந்த வேலையினை ஓர் அனுபவம் மிக்க இயக்குபவர் கற்றுக் கொடுத்தால் விபத்துகள் நிகழ்வது பெரிதும் குறைகின்றன எனக் கண்டறியப்பட்டது. பல்லாண்டுகட்கு முன்னரே பிரிட்டன் நாடு இத்துறையில் முன்னேற்றத்தைக் கொண்டிருந்தது. நிலத்தடியில் வேலைசெய்யும் ஆட்கள் யாவரும் தக்கவாறு பயிற்சிபெற வேண்டுமெனப் பிரிட்டன் நாட்டுச் சட்டம் கூறுகின்றது. தேசிய நிலக்கரிக் குழு 15 வயதிலேயே பள்ளியை விட்டு வந்தவர்களைப் பயன்படுத்தினாலும, நிலக்கரியைத் தோண்டி எடுக்கும் தொழிலில் 18 வயது முடியும் வரை யாரையும் வேலைக்கு அனுமதிப்பதில்லை. ஓர் இளைஞனை நிலத்தடியில் வேலை செய்ய அனுமதிப்பதற்கு முன்னர், வகுப்பறைப் பயிற்சியும், செயல்சார்ந்த அடிப்படைப் பயிற்சியும் குறைந்தது நூறுநாட்கள் வரையில் பெற வேண்டும் எனவும் குறைந்தது 20 நாட்கள் வரையில் தனிப்பட்டவர்களின் நெருங்கிய மேற்பார்வையில் அவன் தனது பயிற்சியைத் தொடர வேண்டும் எனவும் சட்டம் குறிப்பிடுகின்றது. இத்திட்டத்தின் கீழ் ஒரு பயிற்சியைப் பெறும் ஆளை ஒரு பயிற்றுவிக்கும் அதிகாரி அல்லது வேலை நுட்பமறிந்த வேலையாள் மேற்பார்வை செய்ய வேண்டும். அதனுடன் கூடக்குறிப்பிட்ட நிலக்கரியை தோண்டி எடுக்கும் இயக்கத்தில் நிலத்தடிப்பயிற்சிக்காகப் பயிற்சி பெறுபவர் குறைந்தது 40 நாட்கள் வரையில் நெருக்கமான தனி ஒருவர் கண்காணிப்பின் கீழ் இருக்க வேண்டும்.

1966 முதல் *1971* வரையிலான ஆண்டுகளில், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், நிலத்தடிச்சுரங்கங்களில் இறந்தவர்களைப் பற்றிய ஆய்வு அட்டவணை 10 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் முதன்மையான நிலக்கரிச் சுரங்க விபத்துகள் அட்டவணை 11இல் வழங்கப்பட்டுள்ளன.

1970 ஆம் ஆண்டின் தொழில் சார்ந்த பாதுகாப்பும் உடல் நலத்திற்குமான சட்டம் (occupational safety and health act 1970) அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தொழில் சார்ந்த, பாதுகாப்பும் உடல் நலத்திற்குமான தேசியக் கழகத்தை (National Institute for Occupational Safety and Heath) உருவாக்கியது. இக்கழகத்தின் குறிக்கோள்களாவன, நிலக்கரிச்சுரங்க வேலையாட்களுக்கு வரும் நியுமோகோனியாசிஸ் (pneumoconiosis) என்ற நோய் வருவதற்குக் காரணமான இயக்கத்தைக் கண்டறிதல், தொடக்கக் காலத்திலேயே இந்நோய்க்கான அறிகுறியைக் காணும் முறைகளைத் தீர்மானித்தல் என்பனவாகும். கருப்பு நுரையீரல் (black lung) என்று கூட அழைக்கப்படும் இந்நோயைப் பற்றி அப்பலேசியன் ஆய்வுக் கூடம் (மார்கன் டவுன், மேற்கு வர்ஜீனியா) ஆய்வுகள் நடத்தி வருகின்றது. நிலக்கரிச் சுரங்க வேலையாட்களைப் பரிசோதனைகளுக்கு உட்படுத்துவது இவ்வாய்வுக் கூடத்தினரின் செயல்முறையாகும். நிலக்கரிச் சுரங்க வேலையாட்களின் உடல் நல ஆராய்ச்சியில் மருத்துவத்துறையிலும் உடல் துறையிலும் பல திட்டங்களைக் கொண்டுள்ளனர். மேற்கூறப்பட்ட சட்டத்திலேயே, சுரங்க வேலையாட்கள் மார்புப் பகுதியில் X-கதிர்ச் சோதனை செய்து கொள்வதற்கும் ஆய்விற்கும் பாதுகாப்பிற்கும் தேவையான மற்ற சோதனைகளைவேலையாட்கள் செய்துகொள்வதற்கும் ஏற்ற வசதிகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும் எனக் கூறப்பட்டுள்ளது. பணியாட்களின் பரிசோதனைகளுக்கான செலவைப் பணியாட்கள் ஏற்கக்கூடாது.

மேற்பரப்புச் சுரங்கம் அகழ்தல் (surface mining). மேற்பரப்புச்சுரங்கம் அகழ் முறையில் (இது பட்டை முறைச் சுரங்கம் அகழ்தல் எனவும் சில நேரங்களில் அழைக்கப்படுகின்றது.) அடர்த்தியான இருபடுகைகளுக்கிடையேயுள்ள தளர்த்தியான நிலக்கரிப்படுகையின் மேலமைந்த சுமையினை நீக்கம் செய்து அப்படுகையிலுள்ள நிலக்கரி சுரங்கத்திலிருந்து வெளியே கொண்டுசெல்லப்படுகிறது. மேற்பரப்புச் சுரங்க மிடலை இரண்டு பரந்த வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன, உருவரை சார்ந்த நிலக்கரிச்சுரங்க மிடுதல் (contour mining), பரப்புச் சுரங்கமிடுதல் (area mining) என்பனவாகும் பின்னதைக் கழுத்துப் பட்டை வடிவமான சுரங்கமிடுதல் (collarmining) என்றும் சில பகுதிகளில் அழைப்பர். இது மலைப்பகுதிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இத்தகையமலைப் பகுதியின் இடத்தியல்பைச் (topography) சார்ந்து சுரங்கமிடும் பள்ளங்களின் வடிவமைப்பு (pit design) அமைகின்றது. மிக உயரமாக அமைகிற இடங்களில் மீட்கத்தக்க நிலக்கரிவளங்கள் நிலக்கரி வெளித்தோன்றும் (coal out crops) பகுதிகளுக்கு அருகிலேயே குறுகிய பட்டையாக (narrow band) அமையும் போக்கு, காணப்படுகிறது. நிலக்கரியைத் தோண்டி எடுப்பதற்கான பள்ளங்கள் நீண்டு குறுகிய பட்டை வடிவாய் அமையும். இப்பள்ளங்கள் அம்மலை அல்லது குன்றைச் சுற்றி ஒரு குறிப்பிட்ட உருவரை கொண்டு இடைவெளிகளில் ஒன்றையடுத்து ஒன்று அமைகின்றன.

அட்டவணை 12. பல் வேறு நிலக்கரிச்சுரங்கம் அகழ் முறைகளின் வெளியீட்டு அளவு

ஆண்டு	நிலத்தடிச் சுரங்கம் அகழ்தல்	மேற்பரப்புச் சுரங்கம் அகழ்தல்	துரப்பணச் சுரங்கம் அகழ்தல்	எல்லாவகை நிலக்கரி சுரங்கங்கள்
1960	10.64	22.93	31.36	12.83
1965	14.00	31.98	45.85	17.52
1970	13.76	35.96	34.29	18.64

நிலக்கரிப் படுகைகள் சமதளமாகவும் மேலும் இடத்தில் மிகவும் கரடுமுரடாகவும் இருக்கும்போது மலையைச் சுற்றிச் சில சுரங்கக் குழிகளையே வெட்ட இயலும்.

ஒரளவிற்குத்தட்டையாகக் காணப்படும் சமமட்டப் படுகையமைந்த இடங்களிலும் ஒரளவு சாய்வான பகுதிகளிலும் மேற்பரப்புச் சுரங்கம்அகழ்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தேவையான வெளியீட்டையும், சாதனத்தையும் சார்ந்து தோண்டும் குழியின் வடிவமைப்பு அமைகின்றது. நீண்ட, குறுகிய பட்டைகளாகச் சுரங்கப் பள்ளங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. சுரங்கமிடும் வேலை முன்னேற முன்னேற ஒவ்வொரு நிலக்கரிப் பட்டையின் மீதமைந்த சுமையும், ஏற்கெனவே நிலக்கரி தோண்டி எடுக்கப்பட்ட திறந்த பள்ளத்தில் நிரப்பப்படுகின்றது. இணையான வரி வரியாக அமைந்த நீண்ட பள்ளங்களின் தொடர்கள் சுரங்கப்பகுதியில் உருவாக்கப்படுகின்றன. இக்காரணத்தை முன்னிட்டே பரப்புச்சுரங்க மிடலைச் சில நேரங்களில், நீண்டவரிப் பள்ளச் சுரங்க அகழ்தல் (furrow mining) என்றும் அழைப்பர்.

அப்பலேசியன் பகுதியில் மேற்பரப்புச் சுரங்கம் அகழ் தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பரப்புச் சுரங்கம் அகழ்முறை அலபாமா, பென்சில்வேனியா, மேற்கு வர்ஜீனியாவில் சில பகுதிகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உருவரைசார்ந்த சுரங்கம் அகழ்முறை அலபாமா, பென்சில்வேனியா, ஒஹியோ, மேற்கு வர்ஜீனியா, மேரிலாந்து, வர்ஜீனியா, கிழக்குக் கெண்டகி, டென்னசி ஆகிய இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேற்கத்திய மாநிலங்களில் மேற்பரப்புச் சுரங்கமிடுதல் பெரும்பாலும் பரப்புச் சுரங்கமிடுதலாகவே அமைகின்றது. மேற்பரப்புச் சுரங்கமிடும் முறையில் நிலக்கரியினைத் துரப்பண முறையில் சுரங்கமிடுதல் அடிக்கடி உடன் காணப்படுகின்றது.

சில மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் எங்கு இப்பரப்புகள் மிகச் செங்குத்தான சரிவுடன் (steep slopes) இரண்டு அமைகின்றனவோ, அங்கு ஒன்று அல்லது பட்டையான பள்ளங்களைத் தோண்டி எடுத்த பின்னர், நிலக்கரிப் படுகையிலிருந்து நிலக்கரியை எடுப்பதற்குத் துரப்பணத் துளையிடும் கருவிகள் (auger drills) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1970 ஆம் ஆண்டில், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் திறந்த சுரங்களிலிருந்து (strip mines) 40% அளவில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியும் பழுப்புநிலக்கரியும் (bituminous coal and lignite) வெட்டியெடுக்கப்பட்டன. 1972 ஆம் ஆண்டிற்குள் இந்த அளவு 50% ஆக உயர்ந்தது. திறந்த நிலக்கரிச் சுரங்கங்களின் வெளியீட்டு அளவு ஓர் ஆண்டிற்கு 0.5 முதல் 6.0 மில்லியன் டன்களாகும். ஆண்டின் சராசரி வெட்டியெடுக்கும் அளவு ஏறக்குறைய 2 மில்லியன் டன்களாகும். எப்படியிருப்பினும் மேற்கு நாடுகளின் சுரங்கங்களின் வெளியீட்டு அளவு ஓர் ஆண்டிற்கு 8 மில்லியன் டன்களைத் தாண்டத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. மேற்பரப்புச் சுரங்கமிடுவதற்கு உதவும் கணிதவியலான விகிதம் தோண்டும் விகிதம் எனப்படும்.

தோண்டும் விகிதம் என்பது 1 டன் நிலக்கரியைத் தோண்டிப் பெறுவதற்காக, நீக்கப்பட வேண்டிய மேல்மண் சுமையின் பருமீட்டர் அளவு ஆகும். கட்டுப்படுத்து விகிதம் என்பது கிடைக்கும் கரியின் அளவு, தொழில் நுட்பம், செலவினங்கள் ஆகிய காரணங்களால் குறிப்பிட்ட அளவு மேல்மண் நீக்க விகிதத்திற்கு மேல் சுரங்கமிடல் பயன் படாத எல்லையைக் காட்டும் விகித அளவாகும். இவ்வாறாக அமெரிக்காவில் மேல் மண்: கரிவிகித அளவு 30:1 என்ற விகிதத்தைக் கொண்டு இலாபகரமாகச் சுரங்கமிடப்பட்டுள்ளது. வெவ்வேறு சுரங்கங்களின் தோண்டும் விகிதம் கீழே உள்ளன.

கெண்டகி	11:1
இலினாய்ஸ்-இண்டியானா	18:1
ஒஹியோ	15:1
மேற்கத்திய அமெரிக்க மாநிலங்கள்	6:1

நிலக்கரி வெளியீட்டுத்திறன். அட்டவணை 12 இல் காணப்படும் எண்களிலிருந்து, புறப்பரப்புச் சுரங்கமிடுதலில் உயர்ந்த ஆள்தொகுதி ஆக்கத்திறன் (high people power productivity) தெளிவாக அறிய முடிகின்றது.

மேற்பரப்புச் சுரங்கமிடுதலின் புதிய முறைகளில் ஒருங்கிணைந்த சுரங்கமிடும் அமைப்பு வேலையாக முறையில் எடுக்கப்பட்ட நிலக்கரியை ஒன்றுசேர்த்தல், தோண்டப்பட்ட இடத்தை நிரப்புதல் அந்த இடத்தை மீண்டும் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாக அமைத்தல் போன்ற செயல்களில் தோன்றும் பிரச்சினைகளைச் சரிசெய்யப் புதிய முறைகள் அப்பலேசியச்சுரங்கத்தில் கையாளப்பட்டன. இரண்டாம் முறையாக நிலக்கரிச் சுரங்கத்தின் மேற்சுமையினை (overburden) ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வதற்கு அதிகச்செலவாகும். இதனைத் தவிர்க்கச் சுரங்கப் பொறியாளர்கள் மேற்கூறப்பட்ட செயல்கள் யாவற்றையும் ஒரே நேரத்தில் செய்து முடிப்பதற்கான முயற்சியை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

நிலத்தைச் சமப்படுத்துவதற்கான புதிய முறைகளில் கீழ்க்காண்பவை அடங்கும். அவை எல்லாவிதமான அமிலத்தன்மையும் நச்சுத்தன்மையும் வாய்ந்த பொருட்களைப் புதைத்தல், மேல்நிலத்தினைப் பிரித்தல், மாற்றியமைத்தல், அந்நிலத்தினைச் சற்றேறக்குறைய முன்பிருந்த உருவத்தைப் போன்றவாறே மீண்டும் உருவாக்குதல் என்பனவாகும்.

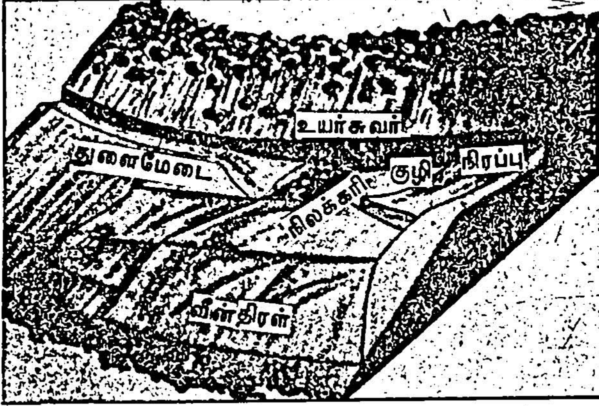
எல்லாவித்ச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் கட்டுப்பாடுகளையும் சந்திப்பதற்கு ஏற்ற வடிவமைப்பினைக் கொண்ட உருவரை சார்ந்த நிலக்கரிச் சுரங்கமிடும் புதிய முறைகளில் (new contour mining methods) அடங்குவன, (1) கொண்டு செல்லுதல் (haul back), (2) பள்ளத்தாக்கினை நிரப்புதல் (valley fill), (3) மலைமீது சமன்படுத்தும் முறை (mountain top levelling method) என்பனவாகும். இம்முறைகள் யாவும் பல வகைகளில் குறிப்பிடத்தக்கவாறு வேறுபட்டிருந்தாலும், இவற்றில் பொருள்கள் பக்கவாட்டாகப் பலகை மீது நெடுகில் கொண்டுசெல்லப்படுகின்றன. இம்முறைகளில்வெளிப்புறச் சரிவுப் பகுதியின் வழியாக இப்பொருட்கள் கொட்டப்படுவதில்லை. இம்முறைகள் எல்லாவற்றிலும் நிலக்கரிப் படுகையின் மேல்மைந்த சுமையினையும் (over burden) கழிவுப் பொருள்களையும் (waste material) ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படுவது குறைக்கப்படுகிறது அல்லது அறவே நீக்கப்படுகின்றது. ஒப்புமைக்காகப் படம் 5 இல் உருவரை சார்ந்த நிலக்கரிச் சுரங்கம், அகழ்தலின் மரபு முறை காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

கொண்டுசெல்லும் முறையின் முதன்மையான இயக்கக் கோட்பாடு யாதெனில், தொடக்கக் காலத்தில் தோண்டி எடுத்ததைத் தவிர்த்து மற்ற தேவையற்ற பொருள்களும் வெளிப்புறச் சரிவுப் பகுதியின் வழியாக வெளியேற்றப்படுவதற்குப் பதிலாக பலகை மீது நீளப்போக்கில் பக்கவாட்டில் நகர்த்தப்படுவதாகும்.

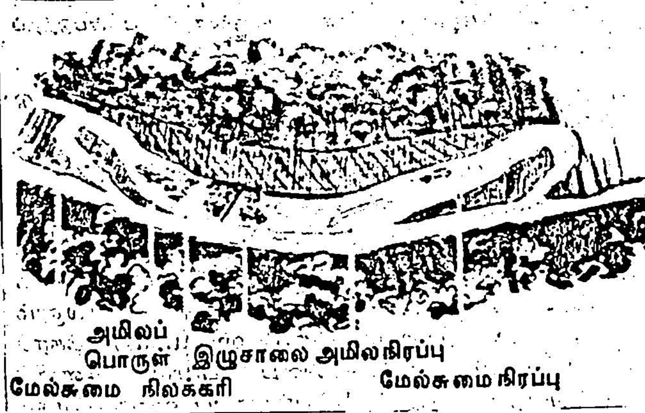
இத்தகைய போக்குவரத்து முறையில் இரண்டு அடிப்படையான முறைகள் அமைகின்றன. அவை யாவன, நிலச் சமனிடும் எந்திரங்களைப் (scrapers) பயன் படுத்துதல் (காண்க, படம் 8), சுமையேற்றிச்செல்லும் வண்டிகளைப் பயன்படுத்துதல் (காண்க, படம் 7) என்பனவாகும். இவ்விரண்டு முறையில் எம்முறையைப் பயன்படுத்திய போதிலும், அமிலத்தன்மை வாய்ந்த பொருள்களின் மீது, அமிலத்தன்மையற்ற மேற்சுமையாயமைந்த பாறை அல்லது களிமண் வைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு அமைப்பது மறுசீரமைத்த பின்னர் மரங்கள், பயறு இனச்செடிகள் முதலியவை வளர்வதற்கு ஏற்றதாகிறது.

ஒரு நிலச்சமனிடும் எந்திரத்தின் மண்ணைக் கொண்டு செல்லும் இயக்கத்தினை அனுமதிக்க, நிலத்தின் தன்மையும் பளுப்பொருளின் இயல்பும் மேலமைய உகந்ததாய் அமையவேண்டும். நிலக்கரிப் பள்ளத்தின் முன்னேறும் முகப்பிலமைந்த (advancing face of the pit) மேலமைந்த சுமைப்பொருளைச் நிலச் சமனிடும் எந்திரம் பெற்றுக்கொண்டு நிரப்ப வேண்டிய பகுதியில் நிரப்புகின்றது. கருத்தியலான நிலச் சமனிடும் எந்திரம் குறைந்த தேய்மானத்தைக் கொண்டு வேகமானசுழற்சியுடைய சமயங்களில் சுமையேற்றிப் பின்னர் பள்ளத்தை நிரப்ப வேண்டும். இம்மண் வாரிச் சமனிடும் எந்திரம் நிலக்கரியின் மேலமைந்த அமிலத்தன்மை வாய்ந்த நற்பொருள்களைச் சுமையேற்றும்போது, இது அவ்வெந்திரம் சுமையேற்றிய பின்னர் வெறிதான சுரங்கப்பள்ளத்தின் அடியில் கொட்டிப் பின்னர்ப் பரப்பி விடுகின்றது. பின்னர் இதன் மேல்புறம் அமிலமற்ற பொருள்களைக் கொண்டு மூடப்படுகின்றது. இவ்வாறு கொட்டப்படும் மேலமைந்த சுமையினால் பழைய நிலைக்கு நிலப்பகுதி கொண்டு வரப்படும்போது உருள்தடத்தின் மீது ஊர்ந்து செல்லும் எந்திரக்கலப்பை வண்டிகள் சரிவான பகுதிகளைச் சமன்படுத்துகின்றன.

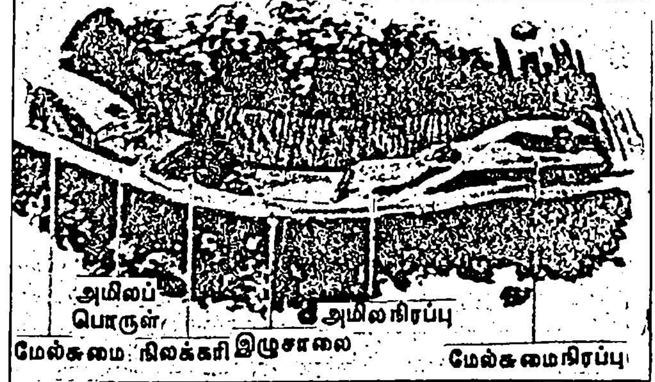
சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளைப் பயன்படுத்திக் கொண்டுசெல்லும் முறையில் உருள்தடத்தின் மீது ஊர்ந்து செல்லும் எந்திரக் கலப்பை வண்டிகளையும் சக்கரச் சுமையேற்றம் செய்யும் வண்டிகளையும் தூரத்திலமைந்த நெடுஞ்சாலைகட்குச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளையும் பயன்படும். மண்வாரிச் சமனிடும் எந்திரங்கள் வேலை செய்வதைப் போன்றவாறே நிரப்பவேண்டிய பகுதிகளில் அடிப்பகுதியில் அமிலத்தன்மை வாய்ந்த பொருள்கள் கொட்டப்படுகின்றன. இவ்வாறு அமைப்பதால் இதன் மீது அமிலத்தன்மையற்ற



படம் 5. உருவரைசார்ந்த புறப்பரப்புச் சுரங்கமிடலில் மரபு முறை கடந்த சில ஆண்டுகள் வரையிலும் தோண்டப்பட்ட இடத்தை மீட்பிப்பதற்காக மிகக் கடுமையான விதிகளின் காரணமாய்ப் புதிய ஒருங்கிணைந்த சுரங்கத் தொழில்நுட்பம் தோன்றும் வரையில் அப்பலேசியப் பகுதி முழுவதிலும் மிகுந்த அளவில் பயன்பட்ட சுரங்கமிடப்பட்ட முறையாகும்.

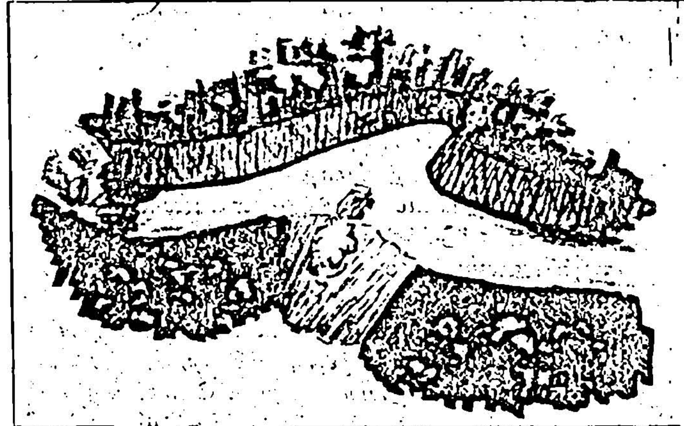


படம் 6. மிகவும் நம்பிக்கையூட்டும் புதிய முறைகளில் ஒன்றாக அமைவது கொண்டுசெல்லும் (haul qack) முறையாகும். நிலச் சமன் எந்திரம் (scrapers) அல்லது தொலைவிலமைந்த நெடுஞ் சாலைகளுக்குச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளையும் (off-highway trucks) பயன்படுத்துவதுடன் இதனுடைய முதன்மைக் குறிக்கோளாக அமைவது யாதெனில், தொடக்கக் காலத்தில் தோண்டி எடுத்ததைத் தவிர்த்து மற்றைய எல்லாத் தேவையற்ற பொருள்களையும், வெளிப்புறச் சரிவுப் பகுதியின் வழியாக வெளியேற்றுவதற்குப் பதிலாக, பலகை மீது நீளவாட்டில் நகர்த்தப் படுகிறது.



படம் 7. மேலமைந்த சுமையில் பாறைப்பொருள் மிகுதியாக உள்ள போது, சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளைப் பயன்படுத்திக் கொண்டுசெல்லுதல் முதன்மையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேலமைந்த சுமையில் பாறைப்பொருள் மிகுதியாக உள்ளபோது, மண் வாரிச் சமனிடும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்திச் சுமையேற்றம் செய்தல் சிக்கலுடையதாய் அமைவதில்லை.

சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளைப் பயன்படுத்தியோ, மண்வாரிச் சமனிடும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தியோ மேலமைந்த சுமைப்பொருளைக் கொண்டு செல்லும் இயக்கங்களில், பள்ளத்தை அடைக்கும்போது அமிலப்பொருள்களை நிரப்பிய பின்னர் அதன் மீது அமிலத்தன்மையற்ற பாறை அல்லது களி மண்ணாலான மேலமைந்த சுமை நிரப்பப்படுகிறது. இதன் காரணமாய் நிரப்பப்பட்ட அவ்விடங்களில் மீண்டும் தாவரங்களை வளர்க்க இயலும்.



படம் 8. பள்ளத்தாக்கை நிரப்பும் முறையில் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளைப் பயன்படுத்தி, சுரங்கமிடுபவர் மேலமைந்த சுமையினைக் கொண்டு சென்று படத்தில் காண்பித்தவாறு பலகை உயரத்திற்குப் பக்கவாட்டில் நிரப்பிக் கட்டுமானம் செய்கின்றனர். மண்வாரிச்சமனிடும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தும்போது அவ்வெந்திரத்தை இயக்குபவர் மேலமைந்த சுமையினைப் பலகை உயரத்திற்குத் தூக்கிக் கொட்டச் செய்கின்றார். அதன் பின்னர் இயந்திரக்கலப்பைகளைக் கொண்டு அதன் விளிம்புகளின் மீது செலுத்தப்படுகின்றது.

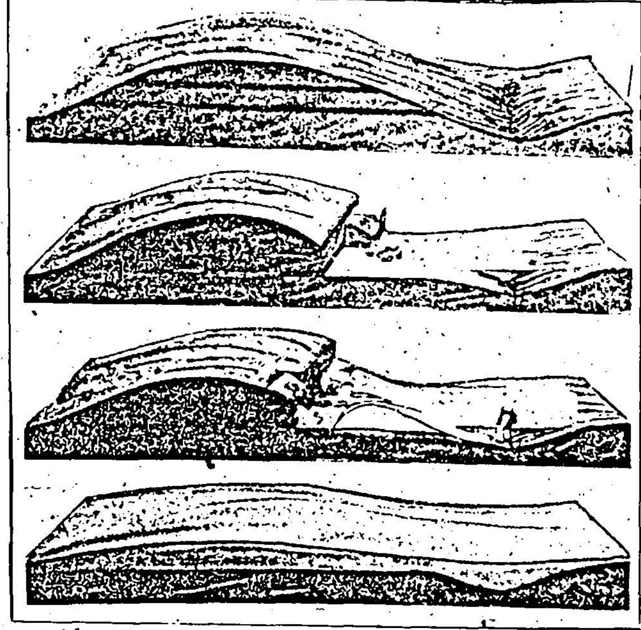
பொருள்களைக் கொட்ட முடிகின்றது. மற்றொரு உருள்தடத்தின் மீது ஊர்ந்துசெல்லும் எந்திரக் கலப்பை நிலக்கரிப்படுகையின் மேலமைந்த சுமையினைப் பரப்பும் பகுதியில் வேலை செய்து, அங்குள்ள வற்றைச் சீர்செய்து, பழைய உருவத்தை அப்பகுதிக்கு வழங்குவதற்கேற்றவாறு செயல்படுகிறது.

கொண்டுசெல்லும் அதே இயக்கத்தில் நெடுந் தொலைவிலமைந்த நெடுஞ்சாலைகட்குச் சுமை யேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளையும் நிலச்சமனிடும் எந்திரங்களையும் ஒருங்கிணைத்துச் செயல்படுத் துவதுண்டு. இதனைச் செய்த பின்னர், நிலச்சமனிடும் எந்திரங்கள் எளிதாகச்சுமையேற்றக்கூடிய மேற்பரப் புப் பொருள்களை நீக்குகின்றன. அப்போதுசுமை யேற்றிச் செல்லும் வண்டிகள் அடியிலமைந்த பாறை களை வேறிடத்திற்குக் கொண்டு செல்கின்றன.

அப்பலேசியன் பகுதியில் பள்ளத்தாக்கினை நிரப்பும் முறை புதியது. இதனுடன், சுமையேற்றும் வண்டியில் உள்ளது போலவே சுரங்கமிடுபவர், ஒரு பரவவிடும் சாதனத்தை வழக்கமாகப் பயன்படுத்து வார் (காண்க, படம் 8). பலகையின் நெடுகிலும் அமைந்த மேற்சுமையினைச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகள் ஏற்றிக்கொண்டு குறிப்பிடப்பட்ட பள்ளத்தையோ அல்லது பள்ளத்தாக்கையோ பக்க வாட்டிலிருந்து கொட்டி நிரப்பும். மேலமைந்த சுமையினைக் கொண்டு பள்ளத்தாக்கை நிரப்பும் வேலையில் எல்லா நிலச்சமனிடும் எந்திரங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பள்ளத்தாக்கை நிரப்பும் முறையுடன், போக்கு வரத்து முறையும் அடிக்கடி ஒன்றிணைக்கப்படு கின்றது.

மலை மீது சமப்படுத்தும் முறை பரப்புப்பட்டை யிட்டுச் சுரங்கம் அகழ்தலைப் போன்றதேயாகும். இம்முறை மைய மேற்கு மாநிலங்களில் செயல்படுத் தப்படுகின்றது. படம் 9 இல் காட்டியவாறு அருகி லமைந்த பள்ளத்தாக்கினை நிரப்புவதற்காக மலை யுச்சியின் (mountain top) ஒரு பகுதி சமப்படுத்தப் பட்டு நிரப்பப்படுவதைக் காணலாம். இடத் தியல்பும் நிலக்கரிப் படுகைக் கட்டமைப்பும் பொருளா தாரக் கூறுகளும் தக்கவாறு அமைகின்ற இடங்களில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. போக்குவரத்து முறைகளுக்கும், பள்ளத்தாக்கை நிரப்பும் முறை களுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் அதே தொழில்நுட்பங் களையும் சாதனங்களையும் மலை மீது சமப்படுத் தும் முறையும் பயன்படுத்துகின்றது. நிலக்கரியைச் சுமையேற்றிய பின்பு, மென்மையான பொருள்கள் உருண்டு செல்லும் தரை அமைப்பு உண்டாக்கப் பெறுகிறது. மீட்பிக்கப்பட்ட சமநிலம் பழைய உருவமைப்பைக் காட்டிலும் இப்போது மதிப்பு மிக்கதாகும். இவ்விடத்தை வீடு கட்டவும் அலுவலகக்



படம் 9. மலை உச்சியைச் சமப்படுத்தும்போது, ஒரு பகுதி அள விலான மலையுச்சி மேட்டினை அருகிலமைந்த பள்ளத்தாக்கினை நிரப்பப் பயன்படுத்தி, சுரங்கப் பகுதியில் சமன் செய்தல் நிறை வேற்றப் படுகின்றது. இத்தகைய இயக்கத்தில் கிடைக்கும் பொருட் கள் உருண்டு செல்லக்கூடிய மென்மையான நிலப்பகுதி அல்லது மீட்பிக்கப்பட்ட தட்டையான நிலப்பகுதி நிலத்தின் மதிப்பை அதிகமாக்கச் செய்யும் பல காரணங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

கட்டிடம் கட்டவும், தொழிற்சாலை கட்டவும் ஆடு மாடுகளை மேய்க்கவும் பயன்படுத்தலாம்.

நிலக்கரிப் படுகை மீதமைந்த சுமையினைக் கையாளுதல்

சுரங்கம் அகழ்பவர்கள் சுரங்கம் அகழும் வேலையைச் செய்வதற்குச் சில புதிய முறைகளைக் கையாளும்போது, ஏற்றிக்கொண்டு செல்லும் இயக்கங்களில் (load and carry operations) சக்கரச் சுமையேற்றும் எந்திரங்களைப் பரந்த அளவில் பயன்படுத்துகின்றனர். இவர்கள் உருவரை சார்ந்த நிலக்கரிச் சுரங்கம் அகழும் முறையில் இதற்கு முன் னர் பயன்படுத்தாத இரு எந்திரங்களையும் பயன் படுத்துகின்றனர். அவையாவன, சக்கர எந்திரக் கலப்பை, நிலச்சமனிடும் எந்திரங்கள் நெடுந் தொலைவிலமைந்த சாலைகட்குச் சுமையேற்றிச் செல்லும்வண்டிகள் ஆகியன ஆகும். பலகூறுகளைச் சார்ந்து, சுரங்கம் அகழ்பவர், நிலக்கரிப்படுகை மீதமைந்த சுமையினைக் கொண்டுசெல்லச் சுமை யேற்றும் எந்திரங்களையும் நிலச்சமனிடும் எந்திரங் களையும் அல்லது சுமையேற்றிச்செல்லும் வண்டி களையும் பயன்படுத்துவர்.

1960 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் 4 முதல் 6 மீ வரை சுமையேற்றம் செய்யும் எந்திரங்களை நடைமுறையில் பயன்படுத்தியபோது இத்தொகுதிகள் உருவரை சார்ந்த நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் பரந்த அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டன.

1970 ஆம் ஆண்டின் மையத்தில் உருள்தடம் மீது ஊர்ந்து செல்லும் எந்திரக்கலப்பைகள் நீங்கலாக , 12 முதல் 18% வரை சுமையேற்றம் செய்யும் வண்டிகள் மிகவும் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் எந்திரங்களாக அப்பலேசியன்மேற்பரப்புச் சுரங்கம் அகழ்தொழிலில் அமைந்தன.

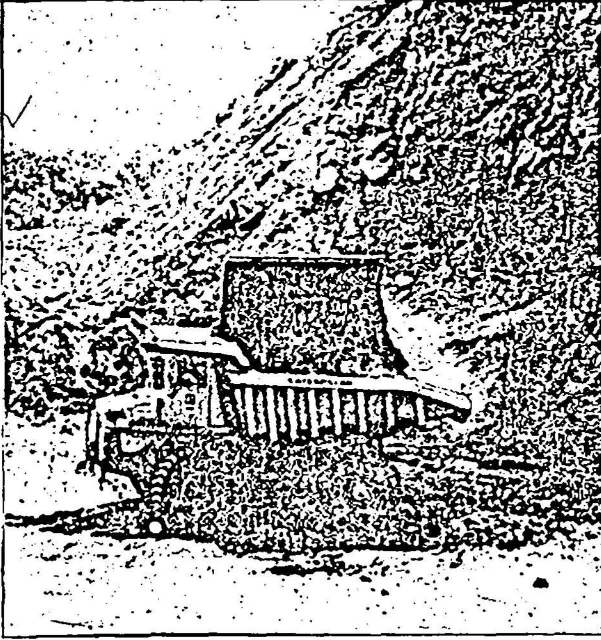
எல்லா வேலைகளையும் ஒரே எந்திரம் செய்வதனால் மூன்று வகை போக்குவரத்துத் தொகுதிகளிலேயே, மிகவும் சிக்கனமும் குறைந்த காலச் சுழற்சியும் கொண்டு பட்டைச் சுரங்கமிடும் இயக்கத்தில் சுமையேற்றிக்கொண்டு செல்வதில் சக்கரச் சுமையேற்றும் வண்டிகள் மிகவும் பயனுள்ளவையாய் உள்ளன (காண்க, படம் 10). இச் சுமையேற்றும் வண்டிகள் உயர்ந்த இயங்கு தன்மையைக் கொண்டு எல்லாவிதமான தரங்களைக் கையாளுவதற்கு ஏற்றவாறு மேலமைந்த மண் முதற்கொண்டு வீசி எறியப்பட்ட பாறை வரையில் பல்வேறுபட்ட பொருள்களைக் கையாளுவதற்கேற்ற வையாக உள்ளன. உருவரை சார்ந்த சுரங்கம் அகழ்நிலைகளில இச்சுமையேற்றும் எந்திரங்கள்சில குறைபாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, இவை கட்டுப்படுத்தப்பட்ட உச்சவேகத்தினைக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட ஒரு மணிக்கு டன்-மைல் அளவில் சுமையேற்றும் வட்டைகள் கொண்டும் உள்ளன. எந்திரங்களின் முதன்மையாகக்கட்டுப்படுத்தும் கூறுயாதெனில்,அதன் ஒற்றை வழியிலமைந்த போக்குவரத்துத் தொலைவின் அளவு ஓரளவிற்குக் குறைந்து அமையவேண்டும். இத் தொலைவு 235 மீ அல்லது அதற்கும் குறைவாய் அமையவேண்டும், இத் தொலைவிற்கும் அதிகமான தொலைவுகளில் பொருளாதாரவியலாகவும் செயல் சார்ந்த நிலையிலும் நிலக்கரிப் படுகையின் மேற்சுமையினைக் கொண்டுசெல்ல நிலச் சமனிடும் எந்திரங்கள் அல்லது சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

பட்டை வடிவச் சுரங்கம் அகழ் தொழிலில் பணியாற்றும் எந்திரங்களின் தொகுதி நிலச்சமனிடும் எந்திரங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டுமா அல்லது சுமையேற்றும் வண்டிகளுடன் தொலைவிலமைந்த நெடுஞ்சாலைகளுக்குச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளுடன் அமைந்திருக்கவேண்டுமா என்பதைத் தீர்மானிக்க நிலக்கரிப்படுகையின் மேலமைந்த சுமையின் கலவை முதன்மைக் கூறாக அமைகின்றது. தூசு மிக்க பகுதிகளில் வேலை செய்வதற்குச் சிக்கன முடையதாய் நிலச் சமனிடும் எந்திரங்



படம் 10. பருமீட்டர் அளவுள்ள சக்கரச் சுமையேற்றம் செய்யும் வண்டி. அலபாமா மேற் பரப்புச் சுரங்கத்தில் சுமையேற்றிக் கொண்டு செல்லும் இயக்கத்தில் அது ஈடுபட்டுள்ளது.

கள் அமைகின்றன. பாறை நிறைந்த இடங்களில் வேலை செய்வதற்குச் சிக்கனமுடையவையாகச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகள் அமைகின்றன. நான்கு அடிப்படை அமைப்புகளாக நிலச்சமனிடும் எந்திரங்களைப் பிரிக்கலாம். அவையாவன, தனித்த எந்திரத்தைக் கொண்டவை, ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் திறனூட்டப்பட்ட அமைப்பினைக் கொண்டவை, உயர்த்தக் கூடியவை, தள்ளும் இழுக்கும் தன்மையைக் கொண்டவை என்பனவாகும். படம் 11 இல்



படம் 11. 50 டன் கொள்ளளவினைக்கொண்ட தூரத்திலமைந்த நெடுஞ்சாலைகட்குச் சுமையேற்றிச் செலவும் வண்டி ஒன்று வர்ஜீனியா சுரங்கத்தில் மேலமைந்த சுமையினைக் கொண்டு செல்வதற்குப் பயன்படுத்துவதைக் காணலாம்.

நெடுஞ்சாலைகட்குச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டியினைக் காணலாம். படம் 12 இல் நிலச் சமனிடும் எந்திரத்தைக் காணலாம்.

தொலைவிலமைந்த நெடுஞ்சாலைகட்குச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளின் கொள்ளளவு 15 டன்கள் முதல் மிகப்பெரும் அளவான 200 டன்கள் வரை அமையும். புதிய உருவரை சார்ந்த சுரங்கம் அகழ்முறைகளில் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளின் தேர்வில் முக்கிய கூறுகளாக உள்ளவை. இக் கட்டுப்பாடும் கொண்டுசெல்லும் சுமைக்கு ஈடான வண்டிகளைப் பயன்படுத்துவதும் ஆகும். இம்முறைகள் பலவற்றிலும், மேலமைந்த சுமையினைச் சுமையேற்றம் செய்தல், கொண்டுசெல்லுதல், கொட்டுதல் ஆகிய இயக்கங்கள் யாவும் ஒரே காலத்தில் நிகழ்கின்றன. பேரளவுச் சுமையேற்றிச் செல்லும் வண்டிகள் குறுகிய இயங்கு இடங்களில் பொருத்தமாக அமைவதில்லை.



படம் 12. ஓஹியோ புறப்பரப்புச் சுரங்கத்தில் நிலச்சமனிடும் எந்திரம் ஒன்று மேலமைந்த சுமையினைக் கொண்டு செல்வதைக் காணலாம்.

நிலக்கரிச் சுரங்கம் அகழ்தொழிலின் கட்டமைப்பு நிலக்கரிச் சுரங்கமிடும் தொழிலில் தனித்து இயங்கும் தொகுதிகளின் ஆக்க அளவும், செயல்படும் எல்லையும் பொறுத்துப்பரந்த அளவில் வேறுபடுகின்றது. 1970ஆம் ஆண்டில் அவற்றின் பகிர்வீடு கீழ்க்கண்டவாறுஅமைந்தது.

ஓர் ஆண்டிற்கு 500,000 டன்கள் என்ற ஆக்க அளவினைக் கொண்ட 307 சுரங்கங்கள் மொத்த ஆக்க அளவில் 59. 6% அளவினைக் கொண்டிருந்தன. ஓர் ஆண்டிற்கு 20,000 முதல் 500,000 டன்கள் என்ற ஆக்க அளவினைக் கொண்ட 266 சுரங்கங்கள் மொத்த ஆக்க அளவில் 14% அளவினைக் கொண்டிருந்தன. 100,000 முதல் 200,000 டன்கள் ஓர் ஆண்டிற்கு என்ற ஆக்க அளவினைக் கொண்ட 405 சுரங்கங்கள் மொத்த ஆக்க அளவில் 9.3% ஆக்க அளவினைக் கொண்டிருந்தன. 50,000 முதல் 100,000 டன்கள் ஓர் ஆண்டிற்கு என்ற ஆக்க அளவினைக் கொண்ட 607 சுரங்கங்கள் மொத்த ஆக்க அளவில் 7.2% ஆக்க அளவினைக் கொண்டிருந்தன. ஓர் ஆண்டிற்கு 50000 டன்கள் என்ற ஆக்க அளவினைக் கொண்ட 4006 சுரங்கங்கள், மொத்த ஆக்க அளவில் 9.9% ஆக்க அளவினைக் கொண்டிருந்தன.

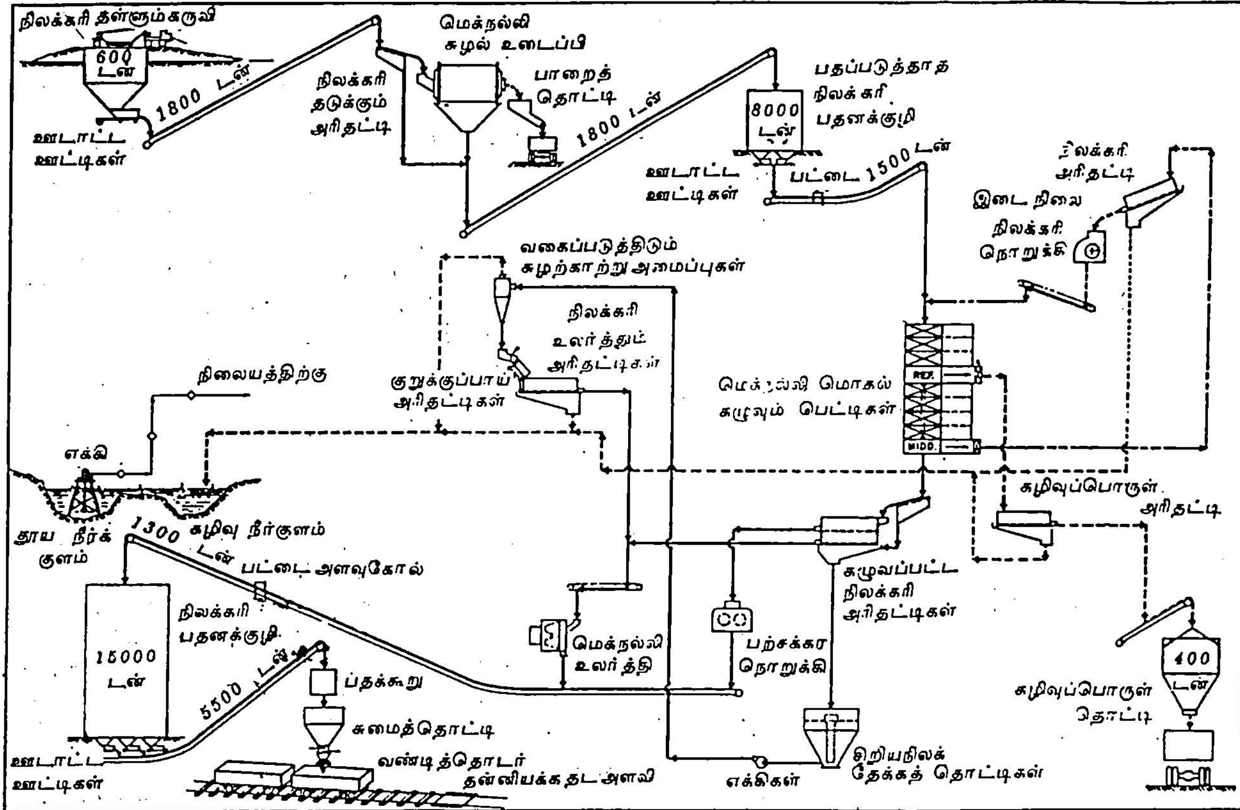
இவ்வாறாக 6% அளவிற்கும் குறைவான சுரங்கங்கள் 59% அளவிலான நிலக்கரியை ஆக்கம் செய்தன. ஆனால் 71% அளவிற்கும் அதிகமான சுரங்கங்கள் மொத்த நிலக்கரி ஆக்கத்தில் 10% இற்கும் குறைவாக ஆக்கம் செய்தன.

அண்மை ஆண்டுகளில் நிலக்கரித் தொழிலின் போக்கு, ஓர் ஆண்டில் வேலை செய்யும் நாட்களின் அளவினைக் கூடுதலாக்குவதும், தனித்த சுரங்கங்களின் உருவ அளவினை உயர்த்துவதும் ஆகும். 1990ஆம் ஆண்டில் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் சராசரியாக ஓர் ஆண்டிற்கு 191 நாட்கள் வேலை செய்தன. இந்த அளவு 1990ஆம் ஆண்டில் 2.28 நாட்களாக உயர்ந்தது.

நிலக்கரியைத் தூய்மையாக்கி தரம் உயர்த்தும் நிலையங்கள். நிலக்கரியைத் தூய்மைப்படுத்தும் நிலையத்தின் முதன்மையான செயலாக அமைவது யாதெனில், நிலக்கரியை அளவிலும் பண்பிலும் செம்மைப்படுத்தப்பட்ட பொருளாக மாற்றுவதேயாகும். உலோகவியற் பண்புகளுக்கு ஏற்றதான நிலக்கரியா, அல்லது மின்திறன் நிலையத்திற்கு ஏற்றதான நிலக்கரியா என்பதைச் சாராமல், நிலக்கரியைப் பயன்படுத்துபவர்கள், மூலப்பொருள் நிலையில் பெற்ற நிலக்கரியின் அளவாய்வு, அதனைக் கழுவுந் தன்மைக்கான குறிப்புகள் சுரங்கமிடப்பட்ட தொழில்நுட்பங்கள், நிலக்கரியினைக் கழுவும் சாதனங்கள் ஆகியவற்றின் பலவேறுபட்ட வகைகளின் திறமை ஆகியன பற்றிக் கூர்ந்து ஆய்வர்.

அமெரிக்காவில் 1942ஆம் ஆண்டின்போது, மொத்த நிலக்கரி ஆக்கத்தில் 24% எந்திர வழியாகத் தூய்மைப்படுத்தப்பட்டது. இதனுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது 1965ஆம் ஆண்டில் மொத்த நிலக்கரி ஆக்கத்தில் 65% எந்திர வழியாகத் தூய்மைப்படுத்தப்பட்டது.

இத்தகைய போக்கு 1970 ஆம் ஆண்டு நடுவரையிலும் தொடர்ந்தது. இதே காலத்தில் அங்கு நிலக்கரி உருவாக்கத்தில் தேவையற்றது எனக்



படம் 13. அமாக்ஸ் நிலக்கரி நிறுவனத்தினுடைய லெஹி சுரங்கத்திற்கான நிலக்கரி உருவாக்கும் நிலையம்

கழித்து ஒதுக்கப்பட்ட பொருள்களின் அளவு 1 முதல் 21% அளவிற்கு உயர்ந்தது. மின்திறன் நிலையங்களும், மற்ற நுகர்வாளர்களும் தங்கள் உலைகளுக்குப் போக்குவரத்து அமைப்புகளுக்கும் ஏற்ற தாகச்சீரான அளவு ஊட்டப்பொருளையே (நிலக்கரி) வாங்குகின்றனர். நிலக்கரியின் உருவ அளவு, வெப்பத்தை வெளியிடும்அளவு, அதைக் கையாளும் பண்புகள் ஆகியன மிகவும் முதன்மை வாய்ந்தவையாகும். நிலக்கரியைஉருவாக்கும் நிலையத்தின் கட்டுமானத்திற்கும் வடிவமைப்பிற்கும் நிலக்கரியின் இயற்பியல் வேதியியல் பண்புகள் முன்னரே தெரிய வேண்டும். இப்பண்புகளை அறியும் போதுதான் அதனை நொறுக்குவதற்கும், சல்லடையிடுவதற்கும், கலப்பதற்கும் தூய்மையாக்குவதற்குமான இயக்கங்களில் உரிய எந்திரங்களைப் பயன்படுத்த இயலும்.

எடுத்துக்காட்டாக, அமெரிக்கா அமாக்ஸ் நிலக்கரி நிறுவனத்தின் லெஹி சுரங்கத்திலிருந்து கொண்டு வரப்படும் நிலக்கரியினை, நிலக்கரிச் சரக்கினைக் கையாளும் 600 டன் கொள்ளளவினைக் கொண்ட பொருள் ஏற்கும் எந்திரத்திற்கு வழங்கப்படுகின்றது. இங்கிருந்து இந்த நிலக்கரி இரண்டு 150 செ.மீ அளவுள்ள ஊடாட்ட எந்திரங்களால் 150 செ.மீ பட்டைக்கு ஊட்டப்படுகின்றது. இதன் பின்னர் இப்பட்டை இந் நிலக்கரியினை 1 மணிக்கு 1800 டன் வீதத்தில் சுழலும் தன்மையுடைய உடைக்கும் எந்திரத்தைக் கொண்ட நிலையத்திற்கு வழங்குகின்றது (காண்க, படம் 13). 12.5 செ.மீ முதல் 0 செ.மீ வரையிலான அளவுள்ள நிலக்கரித் துண்டுகளைத் தடுத்து நிறுத்துவதற்காக அரிதட்டி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. 12.5 செ.மீ இன்னும்அதிகமான பின்ன அளவுள்ள பொருள்கள் சுழன்று உடைக்கும் எந்திரத்திற்கு ஊட்டப்படுகின்றன. இச் சுழலும் உடைக்கும் எந்திரம் 3 மீ. விட்டமும் 8 மீ. நீளமும் கொண்டிருக்கும்.

இச்சுழலும் உடைக்கும் எந்திரம் 14 செ.மீ விட்டமுடைய துளைகளைக் கொண்ட அரிதட்டி தட்டுக்களைக் கொண்டிருக்கும். மூல நிலக்கரியிலமைந்த பாறைப் பொருள்கள் நீக்கப்பட்டு, அது சரக்குகளைக் கொண்டு செல்லத் தக்க, சாய்ந்து சரிந்த வழியில் கொண்டு செல்லப்பட்டு 100 டன் கொள்ளளவினைக் கொண்ட தொட்டியை அடைகின்றது. இத்தொட்டி மின்னோடியால் இயங்கும் கதவினைக் கொண்டிருக்கும். இந்தப் பாறைப் பொருள்கள் இறுதியாகப் பட்டைச் சுரங்கப் பகுதியின் பள்ளங்களை நிரப்பப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

தடுத்து நிறுத்தும் அரிதட்டியிலிருந்து 125 செ.மீ. பின்னப் பொருள்களையும் சுழன்று உடைக்கும் எந்திரத்தில் பெறப்பட்ட பொருள்களையும் ஒன்று சேர்த்து, 2000 டன் கொள்ளளவினைக் கொண்ட பதப்படுத்தாத நிலக்கரியினைத் தேக்கம் செய்யும் பதனக் குழியில் தேக்கி வைப்பார்கள்.

இக்குழி 25 மீ விட்டத்தையும், 28 செ.மீ சுவர்த் தடிப்பானையும் கொண்டதாய், 40 மீ உயரம் இருக்கும். ஆறு எண்களைக் கொண்ட 90 செ. மீ. ஊடாட்ட ஊட்டும் எந்திரங்கள், 12.5 செ.மீ முதல் 0 செ.மீ வரை பதப்படுத்தாத நிலக்கரியினை இக்குழியிலிருந்து 120 செ.மீ பட்டைக்கு ஊட்டுகின்றன. இப்பட்டை இந்நிலக்கரியைக் கழுவும் அமைப்பிற்குக் கொண்டு செல்கின்றது. இக்கழுவும் அமைப்பானது நிலக்கரியினை 1 மணிக்கு 1500 டன் அளவில் கழுவித் தூய்மை செய்கின்றது. பட்டையிலமைந்த அளவிடும் கருவி உட்செலுத்தப்படும் பதப்படுத்தாத நிலக்கரியின் அளவைப் பதிவு செய்கின்றது.

12.5 செ. மீ முதல் 0 அங்குலம் வரை அளவினைக் கொண்ட நிலக்கரி 230 செ. மீ அகலமுடைய மொகல் கழுவும் பெட்டிகளில் செயல்முறைப் படுத்தப்படுகின்றது. இங்கு இப்பெட்டிகளில் பதப்படுத்தாத நிலக்கரி கழுவப்பட்டு, தூய நிலக்கரியாகவும், இடைப்பட்ட நிலையிலமைந்த இரண்டாந்தர நிலக்கரியாகவும் கழிவுப் பொருள்களாகவும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

அரித்திடும் பரப்பில் 0.5 செ. மீ திறப்புக்களைக் கொண்ட தனித்த அடுக்கினைக் கொண்ட அரிதட்டியில் இக்கழிவுப் பொருள்கள் உலர்த்தப்படுகின்றன. இதன் பின்னர் 400 டன் கொள்ளளவினைக் கொண்ட கழிவுப் பொருள்களைக் கொட்டும் தொட்டிக்கு 75 செ.மீ பட்டையின் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இதன் பின்னர் இவை இத் தொட்டியிலிருந்து பட்டை வடிவில் சுரங்கம் இடப்பட்ட பகுதியிலமைந்த பள்ளத்தை நிரப்பக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

அரித்திடும் பரப்பில் 1.25 செ.மீ திறப்பினைக் கொண்ட தனித்த அடுக்கினைக் கொண்ட அரிதட்டியில், இடைப்பட்ட நிலையிலுள்ள இரண்டாந்தர நிலக்கரி உலர்த்தப்படுகின்றது. அரிதட்டியிலிருந்து அரித்தெடுக்கப்பட்ட 12.50 செ. மீ, 1.25 செ.மீ பின்னப் பொருள்கள் 2.50 செ.மீ அளவிற்கு நொறுக்கப்பட்டு அதன் பின்னர், கழுவும் பெட்டிகள் வழியாக மீள் சுற்றிச் செலுத்தப்படுகின்றன. 1.25 செ. மீ அளவிலிருந்து 0 செ.மீ அளவு வரையமைந்த அரிதட்டியிலிருந்து பெறப்பட்ட பின்னப் பொருள்கள் கழிவுக் குளத்திற்கு எக்கியின் மூலமாக வெளியேற்றப் படுகின்றன. இங்கு இக்குளத்தில் திண்மைப் பொருள்கள் அடியில் படிவுறுகின்றன. தெளிந்த நீரானது செடிகளுக்குத் தூய நீரினை வழங்கும் குளத்தைச் சென்றடைகின்றது.

0.5 செ.மீ திறப்புக்களைக் கொண்ட நிலைத்த அரிதட்டிகளைக் கொண்ட கழுவும் பெட்டிகளி

லிருந்து தூய நிலக்கரி வெளியேற்றப்படுகின்றது. இதன் பின்னர், இந்நிலக்கரி, நான்கு இரட்டை அடுக்குகளைக் கொண்ட நிலக்கரியைக் கழுவும் அரி தட்டிகளைச் சென்றடைகின்றது. இந்நான்கு இரட்டை அடுக்குகளைக் கொண்ட அரிதட்டிகளில் இரண்டு அரிதட்டிகள் 3 மீ, 5 மீ அளவினையும் மற்றிரண்டும் 2மீ, 5.5 மீ அளவினையும் மேல மைந்த அடுக்கு 3 செ.மீ அரிதட்டித் துணியைக் கொண்டும் அடியிலமைந்த அடுக்கு 0.5 செ.மீ அரி தட்டித் துணியைக் கொண்டும் இருக்கும்.

12.5 செ.மீ 1.25 செ.மீ அளவினைக் கொண்ட அரித்தெடுக்கப்பட்ட பின்னப் பொருள்கள், இரண்டு எண்ணிக்கையைக் கொண்ட 90 செ.மீ, 150 செ.மீ அளவுடைய நொறுக்கும் எந்திரங்களில் நொறுக்கப் பட்டு அவற்றின் அளவு 3.75 செ.மீ முதல் 0 செ.மீ அளவு வரை குறைக்கப்படுகின்றது. இதன் பின்னர் இப்பின்னப் பொருள்கள் 120 செ.மீ பட்டைக்குக் கொண்டு செல்லப்படும். இப்பட்டை நிலக்கரியினை 15000 டன் கொள்ளளவினைக் கொண்ட கழுவப் பட்ட நிலக்கரியைக் கொள்ளும் குழிக்குக் (25மீ விட்டமும் 65மீ உயரமும் உடையது) கொண்டு செல்கிறது.

கழுவப்பட்ட நிலக்கரியினைக் கையாளும் அரி தட்டியிலிருந்து பெறப்பட்ட 0.5 செ.மீ முதல் 0 செ.மீ வரையிலுள்ள பின்னப் பொருள்கள் இரண்டு சிறிய நிலக்கரிப் பள்ளங்களுக்கு அனுப்பப்படு கின்றன. இங்கிருந்து இப்பின்னப் பொருள்கள் எட்டு 60 செ.மீ. அளவுடைய வகைப்படுத்தும் சுழற்காற்று அமைப்புகளுக்கு எக்கியின் மூலமாகச் செலுத்தப்படு கின்றன. இச்சுழற் காற்று அமைப்பின் கீழ்ப்புறப் பாய்வு 4 குறுக்குப் பாய்வினைக் கொண்ட அரிதட்டி களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இதன் பின்னர் இவை, ½ மில்லி மீட்டர் திறப்புக்களைக் கொண்ட 4 தனித்த அடுக்கினைக் கொண்ட உலர்த் தும் அரிதட்டிகளைச் சென்றடைகின்றன. இந்நான்கு அரிதட்டிகளில் மூன்று அரிதட்டிகள் 2மீ, 5.5மீ அள வினையும் ஒன்று 3மீ, 5.5மீ அளவினையும் கொண் டிருக்கும்.

உலர்த்தும் அரிதட்டியின் மீதமைந்த 0.8 செ.மீ ½ மில்லி மீட்டர் அளவுள்ள பொருள்கள், பகிர்ந்து கொண்டு செல்லும் அமைப்புகளுக்குச் செலுத்தப்படு கின்றன. இப் பகிர்ந்து கொண்டுசெல்லும் அமைப்புகள், இப்பொருள்களை விரைவேகச் சுழற் சியினால் பிரிக்கும் எந்திரங்களுக்கு ஊட்டுகின்றன. விரைவேகச் சுழற்சியினால் பிரிக்கும் எந்திரங்களி லிருந்து வெளிவரும் பொருள், கழுவப்பட்ட நிலக் கரி கொள்ளும் குழியைச் சென்றடைகின்றது. சுழற்காற்று அமைப்பிலிருந்து ஒழுகிய திண்மப் பொருள்களின் பொங்கி வழிந்த பகுதியும், குறுக்குப் பாய்வினைக் கொண்ட அரிதட்டிகளில் அமைந்த அடிப்புறப் பாய்வும், சிறிய நிலக்கரியை உலர்த்தும் அரிதட்டிகளிலமைந்த அடிப்புறப் பாய்வும் கழிவுக் குளத்திற்கு எக்கி வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படு கின்றன.

தொடக்கத்தில், வீட்டை வெப்பப்படுத்துவதற் காகவும், கையினால் ஊட்டப்படும் உலைகளுக்கும் பரந்த அளவில் நிலக்கரி பயன்படுத்தப்பட்டது. நிலக்கரி நிலையத்தை இயக்குபவர் நிலக்கரியைச் சிக்கனப்படுத்த எல்லா முயற்சிகளையும் மேற் கொண்டார். தற்கால நடைமுறையில், உயர் பண் பினைக் கொண்ட நிலக்கரித் தேவையின் காரண மாக, நிலக்கரியில் அடைபட்டிருந்த அயல் துகள் களை வெளியேற்றுவதற்கு நொறுக்கும் முறை கை யாளப்பட்டது. நிலக்கரியினை நொறுக்கிய பின்னர், கழுவும் சாதனத்தில், அந்நொறுக்கப்பட்ட நிலக் கரியைக் கழுவும்போது அயல்பொருள்கள் நீக்கப் பட்டு உயர் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரி உண்டாக்கப்படுகின்றது. நொறுக்கும் கருவியின் தேர்வு மிகவும் முக்கியம் வாய்ந்ததாகும். ஏனெனில் ஒரு நொறுக்கும் கருவியானது சீரான மேல் அள வினைக் கொண்ட நிலக்கரியினை உண்டாக்குவ தோடு, குறைந்த அளவில் நுண்ணிய இறுதிப் பொருள்களை உண்டாக்குவதாயும் இருக்கவேண்டும்.

குறிப்பிட்ட துகள் அளவு வரம்புகளில் நிலக் கரித் துகள்களை வகைப்படுத்தியமைத்தல் நிலக்கரி உருவாக்கும் நிலையத்தின் முக்கிய நன்மை பயக்கும் செயல்களில் ஒன்றாகும். நிலக்கரியை அரித்திடும் தட்டிகளில் செலுத்தி வெவ்வேறுபட்ட அளவுகளில் நிலக்கரி பிரிக்கப்படுகின்றது. இத்தகைய அரிக்கும் தட்டிகள் கீழ்க்கண்ட வகைகளில் அமையும். அவை, இணையான சட்டங்களைக்கொண்டு பல் வேறுபட்ட திறப்பு அளவுகளையும் உருவங்களையும் துளையிடப் பட்ட எஃகுத் தட்டுக்களைக் கொண்டு இருப்பவை, மேலும், சதுர அல்லது செவ்வகத் திறப்புக்களைக் கொண்டு நெய்யப்பட்ட கம்பித்துணிகளைக் கொண்டு இருப்பவை, அரித்திடும் தட்டுக்கள் நிலையாகவோ நகரும் தன்மையுடனோ அமைபவை, அசைந்திடும் அல்லது அதிர்ந்திடும் அரிதட்டுக்கள் வெளிச்செல்லும் திறப்புக்களின் வழியாகத் துகள்கள் வெளியேறுவதற்கு உதவி செய்பவை, மிகக் குறை வான நுண்ணிய அளவுகளைக் கொண்ட நிலக் கரித் துகள்கள், மைய விலகு விசையைப் பயன்படுத் தியும், காற்று அல்லது நீர்ப்பாய்வில் வேறுபட்ட படிவுறும் தன்மையினடிப்படையிலும் பிரிப்பவை ஆகும்.

நிலக்கரியிலமைந்த எல்லாவிதமான அயற் பொருள்களின் ஒப்படர்த்திகள் நிலக்கரியின் ஒப் படர்த்தியைக்காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பதால் நிலக்கரித்துகளின் அடர்த்தியே, அதன் தூய்மையைக் காட்டும் அளவீடாக அமைகின்றது. இந்த

இயற்பியல் அளபுருவின் (parameter) வேறுபாடுகள் கழிவிலிருந்து எந்திர வகை நிலக்கரியைப் பிரிப்பதற்கான அடிப்படையைக் கொண்ட ஈர்ப்பு விசையில் இயங்கும் கருவிகளிலும் மையவிலகு விசையைப் பயன்படுத்தும் கருவிகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக்கருவிகள் நிலக்கரியைக் கழுவுவதற்குக் காற்றையோ நீர்மங்களையோ பயன்படுத்துகின்றன. சுரங்கக் கட்டுப்பாடுகளில் நிலக்கரியில் ஈரம் இருக்க வேண்டிய காரணத்தினால்,காற்றினால் கழுவப் பெறும் முறை ஒரு சில தேவைகளுக்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மூல நிலக்கரி தேவையான அளவிற்கு உலர்ந்துள்ளபோது, காற்றைக் கொண்டு கழுவப் பெறும் சில வகைகளில், காற்று மாசுறுதலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காக, தூசுப் பொருள்களை முழுமையாகத் திரட்டும் அமைப்பினைப் பயன்படுத்துவது இன்றியமையாததாகின்றது. இவ்வாறாகச் சில நிலையங்கள் காற்றினால் கழுவப்பெறும் முறையினைக் கையாளுகின்றன. நீர்ப்பற்றாக்குறையின் காரணமாக, மேற்குப் பகுதியிலமைந்த நிலக்கரி வயல்களில் காற்றினால் கழுவப் பெறும் போக்கு அமைவதைக் காணலாம்.

கழுவப் பெறும் முறைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன, நீரியலாகப் பிரித்தல், அடர்ந்த ஊடுபொருள் வழியாகப் பிரித்தல், மையவிலகு விசை வழியாகப் பிரித்தல் என்பனவாகும்.

நீரியல் முறையில் பிரிப்பது கீழ்க்கண்டவாறு நிகழும். துடிப்பினைக் கொண்ட நீர்மப் பாய்வில் அடுத்தடுத்த விரிவாக்கம் நெருக்கங்களின் காரணமாய்ப் படுகைத் துகள்கள் அடுக்குகளாக அமைகின்றன. தொடக்கத்தில் உருவாக்கப் பெற்றபோது, நீர் நிறைந்த தொட்டியில், பொருள்கள் நிரப்பப்பட்ட கூடை மேலும் கீழுமாக நகர்த்தப்பட்டது. மிகவும் புதிய நீரியலாகப் பிரிக்கும் முறையில், காற்றுத் தாக்கு விசைக் கருத்து பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இம்முறையில், அருகிலமைந்த மூடப்பட்ட அறையிலிருந்து காற்றினை அழுத்தத்தில் செலுத்தி நீர் நகர்த்தப்படுகின்றது. இம் முறையில் பல நுண்மையாக்கம் செய்யும் முறைகள் அமைகின்றன. இவற்றில் தரமான மெக்நல்லி நார்ட்டன் கழுவும் முறையும் அடங்கும். அடர்த்தியான இடையீட்டுப் பொருளைக் கொண்ட கொள்கலங்களில், மிக நுட்பமான பிரிப்புகள் செய்யப்படுகின்றன. பிரிக்கப்படுவதற்கேற்ற ஒப்படர்த்தியைக் கொண்ட ஓர் இடையீட்டுப் பொருளில் நிலக்கரியைக் கலந்து அரை நீர்மக் கலவை உண்டாக்கப்படுகின்றது. எடை குறைந்த நிலக்கரி மிதக்கின்றது.கழிவுப் பொருள்கள் நீர்மத்தினடியில் சென்று விடுகின்றன. இதன் பின்னர் இவ்விரு பகுதிகளையும் எந்திர வகையில் பிரித்திடலாம். கருத்துவடிவில், எந்த ஓர் அளவிலான துகளையும், அடர்ந்த இடையீட்டுப் பொருளைக் கொண்ட முறையில் செயல்முறைப்படுத்தலாம். செயல் முறையில், இந்த அளவுகள் 0,5 மில்லி மீட்டரிலிருந்து 15 செ.மீ. வரையிலாக இடைவெளியைக் கொண்டிருக்கும். கரிம நீர்மங்கள், உப்புக் கரைசல்கள், காற்றூட்டப்பட்ட பொருள்கள், மிதக்க வைக்கும் நீர்மங்கள் ஆகியன வணிக இடையூட்டுப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. நடைமுறைத் தேவைகளுக்கு மிகவும் உகந்ததாயும், செலவு குறைந்ததாயும், மிதக்க வைக்கும் நீர்மங்கள் அமைகின்றன. அடர்ந்த இடையீட்டுப் பொருளைக் கொண்ட முறையில், பெரும்பான்மையான நிலக்கரி எந்திர வகையில் தூய்மையாக்கப்பட்ட பின்னர் நீரும் மேக்னடைட்டும் கொண்ட மிதக்க வைக்கும் கலவையில் பிரிக்கப்படுகின்றன.

நிலக்கரியைத் தூய்மையாக்கம் செய்யும் முறையில் அண்மையில் மையவிலகுவிசை வழி கையாளப்பட்டது. தொடக்கத்தில் உருவாக்கப் பெற்றவாறு, இக்கருவி அடர்ந்த வேலை செய்யும் இடையீட்டுப் பொருளைப் பயன்படுத்துகின்றது. மிகப் புதிய தொகுதிகள் செயற்கையான ஈர்ப்பு விசை சார்ந்த மிதக்க வைக்கும் முறையினைப் பயன்படுத்துவதில்லை. அதற்குப் பதிலாக நீர்மச் சுழற்காற்று அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாய், அடர்ந்த துகள்கள் பக்கத்து சுவரின் அடியில் செல்லும்போது, தடங்கலமைந்த படிவுறும் படுகை உருவாவாதற்கு ஏற்ப இத்தொகுதி வடிவமைக்கப்படுகின்றது. அடர்த்தி குறைந்த துகள்கள், பஞ்சுவான படுகையினை ஊடுருவ இயலாமற் போவதால், முதன்மையான நீரோட்டத்திற்கே சென்று தொகுதியின் மேற்புறமாக வெளியேற்றப் படுகின்றன.

நிலக்கரியைக் கழுவுவதற்கு மேசைகள் கூடப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முன்னும் பின்னும் எதிரெதிராக இயங்கும் மேசையின் செயற்பாட்டில் உயர் ஈர்ப்பினைக் கொண்ட நிலக்கரித் துகள்கள் அடியில் அடுக்காக அமைகின்றன; குறைந்த ஈர்ப்பு விசையினைக் கொண்ட துகள்கள் படுகையின் மேலே சென்றடைகின்றன. குறைந்த ஈர்ப்பு விசையைக் கொண்ட துகள்கள் மேலெழும் போது இவை தேக்கப் பள்ளத்தின் குறுக்காக நகர்த்தப் பெற்று, மேசைத் தளத்தின் தாழ்ந்த பக்கத்தை நோக்கிப் பாயும் நீரினால், உயர்ந்த ஈர்ப்புப் பொருள்களினின்று குறைந்த ஈர்ப்புப் பொருள்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. கழிவுப் பொருள்கள் தேக்கப் பள்ளத் தொட்டிகளில் அடைபடுகின்றன. மேசைத் தளத்தின் அசைவினால், கழிவுப் பொருள்கள் நகர்ந்து மேசையின் முனையில் வெளியேற்றப் படுகின்றன. கழிவுத் துகள்களிலிருந்து, நுண்ணிய நிலக்கரித் துகள்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு, மிதத்தல் முறை அடிக்கடிப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. நிலக்கரி நீர்மக் கலவையின் வழியாக, நுண்ணிய பரவவிடப்பட்ட காற்றுக் குமிழிகள் செலுத்தப்படுகின்றன. நுண்ணிய நிலக்கரித் துகள்கள், காற்றுக்

குமிழிகளுடன் இணைந்து, மேலெழும்புகின்றன. பின்னர் அங்கு அவை செறிவூட்டமடைந்த பொருளாக நீக்கப்படுகின்றன. ஆனால் பளுவான கழிவுத் துகள்கள் அடியில் சென்று, நீர்ப்பாய்வினால் மிதக்கும் அறையின் வழியாக நீக்கப்படுகின்றன.

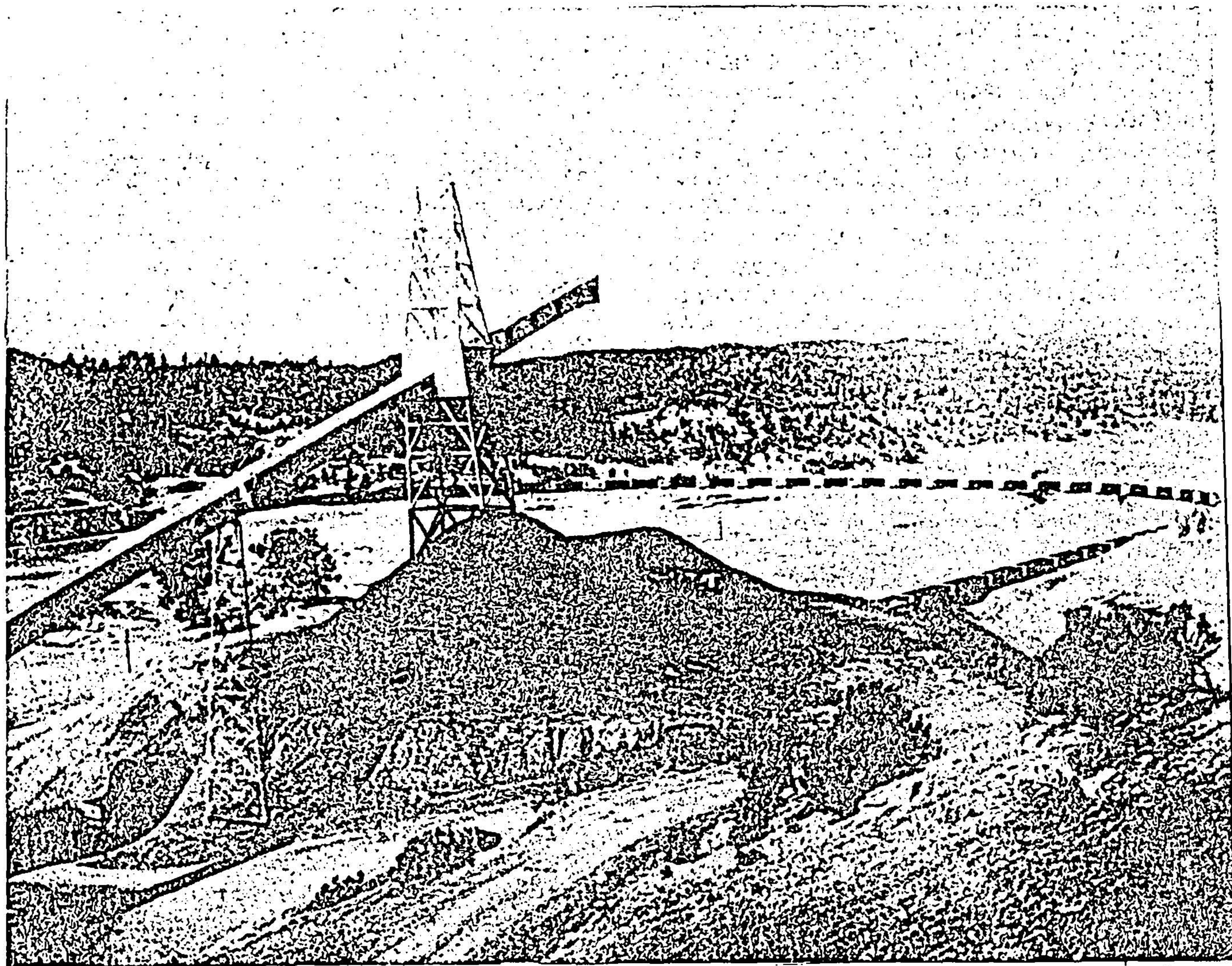
மெதில் ஐசோ பூட்டைல் கார்பினால் போன்ற நுரைக்கச் செய்யும் பொருள் ஊட்டப் பொருளுடன் சேர்க்கப்படுகின்றது.

எவ்வாறு சாம்பற் பொருள் விரும்பத்தகாத பொருளாக இருக்கிறதோ அவ்வாறே விற்பனை செய்யக் கூடிய நிலக்கரியில் அமைந்த நீரும் விரும்பத் தகாத மாசாக அமைகின்றது. நீர் அமைவதனால், நிலக்கரியைக் கையாளுவதும், கப்பலில் ஏற்றுவதும், பிரச்சினைகளாகின்றன. பளுவின் காரணமாய், கொண்டு செல்லும் செலவும் உயரும். மேலும் நிலக் கரியின் ஓர் அலகு எடைக்கான வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பையும் குறைக்கும். நிலக்கரிப் பொருளின் புறப் பரப்பு அதிகமாக அதிகமாக, அதனை உலர்த்தும் பிரச்சினை அதிகமாகிறது. நிலக்கரித் துகளின் அள வினைச் சார்ந்து, பல முறைகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. அதிர்வுறும் அரிதட்டி வகை சார்ந்த விரை வேகச் சுழற்சியைப் பயன்படுத்தும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தலாம். மிகவும் நுண்ணிய பொருளை நீக்குவதற்கு (28 வலையும் அதற்கும் குறைவானதும்) ஒரு வடிகட்டும் முறை தேவையாகலாம். வட்டமான தட்டுவகை சார்ந்த வடிகட்டும் அமைப்புகளும், உருளைவகையான வடிகட்டும் அமைப்புகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வடிகட்டும் அமைப்புகள் தேவையாகும்போது படிவாக்கம் செய்த பின்னரே, வடிகட்டுதல் நடைபெறுகின்றது. படிவுறும் முறைக் குத் துணை புரிய, சிறு உருண்டைகளாகத் திரளச் செய்யும் வேதியியற் பொருள்கள் சில நேரங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெப்ப உலர்த்தும் முறை யின் வழியாக ஈர அளவு இறுதியாகக் குறைக்கப்படு கின்றது. நீர்மமாக்கப்பட்ட படுகையைக் கொண்ட நிலக்கரி உலர்த்தும் அமைப்புகளின் பயன்பாடு உயர்ந்து கொண்டே வருகின்றது.

நிலக்கரியை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லுதல். 1917ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் ஏறக்குறைய 513 மில்லியன் டன் நிலக்கரி பல்வேறுபட்ட இடங்களுக்குக் கப்பல் மூலமாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. இருப்புப் பாதை வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்ட நிலக்கரி யின் அளவு 271 மில்லியன் டன் ஆகும்.(மொத்தத்தில் 53.%). இருப்புப் பாதைநீர் வழிஇணைந்த அமைப் பின் வழியாக 153 மில்லியன் கூடுதல் டன் (30.%) பல்வேறு இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டன. மொத்தமாக இருப்புப் பாதைகள் வழியாக 83%. அளவு நிலக்கரி அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் ஓரிடத் திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப் பட்டது.

அமெரிக்க நாட்டின் எல்லா இருப்புப் பாதை களும், நிலக்கரியைக் கொண்டு செல்வதற்கு நான்கு தனித்த வகைப் பணிகளைத் தருகின்றன. அவை யாவன, தனித்த வண்டியில் சுமை ஏற்றுதல், பல வண்டிகளில் சுமை ஏற்றுதல், வண்டித்தொடர் அள விற்குச் சுமை ஏற்றுதல், தொகுதி வண்டித் தொடர் அளவு சுமை ஏற்றுதல் என்பனவாகும். ஒவ்வொரு வகை சார்ந்த சுமை ஏற்றிச் செல்லும் பணியிலும், தன்னியல்பாய், அமைந்த இயங்கும் பண்புகள் உள்ளன. இதன் காரணமாக, தனித்தன்மை வாய்ந்த இயக்கச் செலவும், சுமையேற்றிச் செல்லும் கட்டண வீதமும் அமையும். முதலில் கூறப்பட்ட இரு முறை களும் நன்கு புரிந்துகொள்ளக் கூடியவாகும். வண்டித் தொடர் அளவு சுமையேற்றிச் செல்லும் முறையில், போதிய எண்ணிக்கை சுமையேற்றிய வண்டிகளைக் கொண்டதாய், ஒரு நாளில், ஓரிடத்திலிருந்து மற் றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லும் வண்டியைக் கையாள வேண்டும். தேவையான வண்டிகளின் எண்ணிக்கை ஓர்இருப்பு வண்டிக்கும் மற்றோர் இருப்பு வண்டிக்கும் வேறுபடும். வண்டித் தொடர் அளவிற்குச் சுமையேற்றம் செய்து கொண்டு செல்லு தல் ஒழுங்காக, ஒரு திட்டமிட்ட அடிப்படையில் அமைவதில்லை. ஒரு வண்டித் தொடர் அளவிற்கு நிலக்கரியைக் கொண்டு செல்லும்போது, அவ் வண்டித் தொடர், ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தை ஒரு பொதுவாக அமையப் பெற்ற வண்டிகளில் பெறப் பட்ட வண்டிகளையே பயன் படுத்துகின்றது.

ஒரு தொகுதி வண்டித் தொடரில் நிலக்கரியைச் சுமையேற்றிக் கொண்டு செல்லுதல் ஒருமித்த செய லைக் கொண்டதாய், 'ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் குறிப்பிட்ட இடம் வரையில் திட்டமிடப்பட்ட அடிப்படையில் கொண்டு செல்வதாகும். இவ்வாறு ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக்கொண்டு செல்லும்போது இடையிலமைந்த இடங்களில் அவ் வண்டி நிற்காமலும், சுமையிறக்கம் ஏதும் செய்யா மலும் செல்கின்றது. தொகுதி வண்டித் தொடர் கள் தனித்தன்மை வாய்ந்த சுமையேற்றமும் சுமையிறக்கமும் செய்யும் சாதனங்களைக் கொண்டி ருக்கும். படம் 14 இல் யார்க்கேனியான் சுரங்கத்தில் (நியூ மெக்சிகோ) தொகுதி வண்டித் தொடரில் சுமையேற்றம் செய்வது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. குறைந்த காலத்தில் மிகுந்த அளவிலான நிலக்கரி யைச் சுமையேற்றம் செய்வதற்கு, வேகச்சுமையேற் றம் செய்யும் முறை தேவையாகின்றது. இத்தகைய முறையில், நிலக்கரி கட்டற்று, இருப்புத் தொடர் வண்டியில் விழுவதாய் அமைய வேண்டும். வேகச் சுமையேற்றம் செய்யும் முறையின் அடிப்படை வகைகளாவன, சுமையேற்றும் சுரங்கப் பாதை யைக் கொண்ட நிலத்தடித் தேக்கம், சுமையேற்றும் கொள்கலத்தைக் கொண்ட குழித்தேக்கம் என்பன வாகும். படம் 14 இல் முதல் வகை காண்பிக்கப்பட்

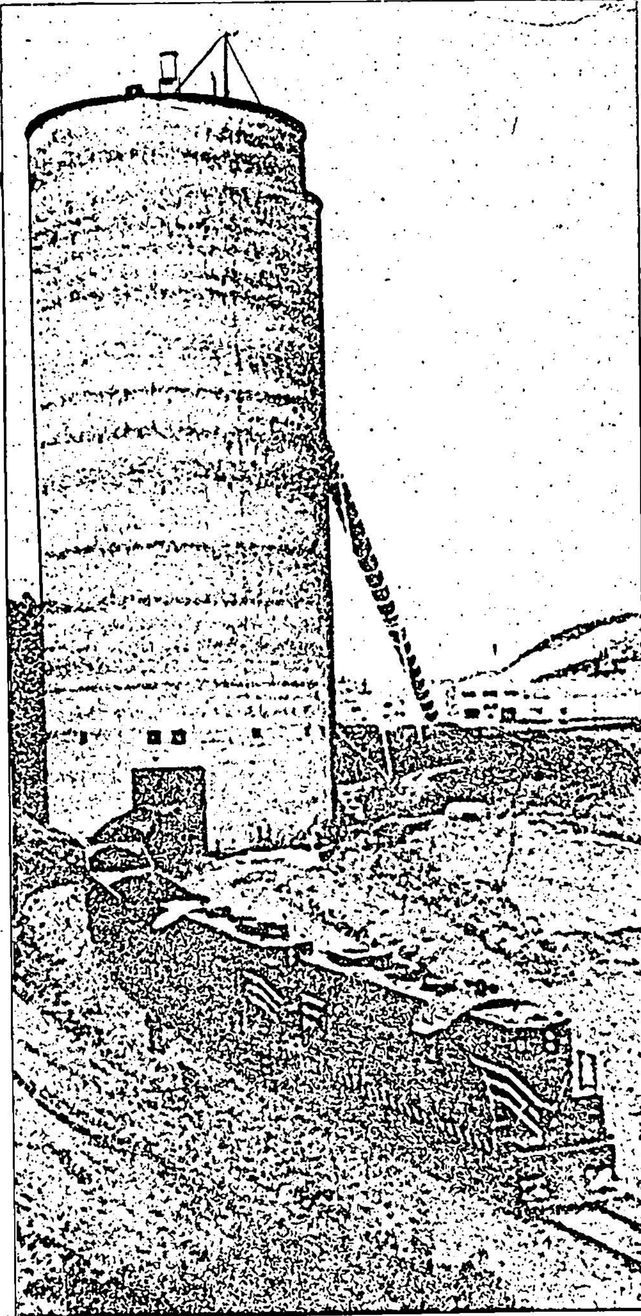


படம். 14 நியூமெக்சிகோவில் யார்க்கே னியான் சுரங்கத்தில் தொடர்வண்டிச் சுமையேற்றம் செய்யப்படுகின்றது

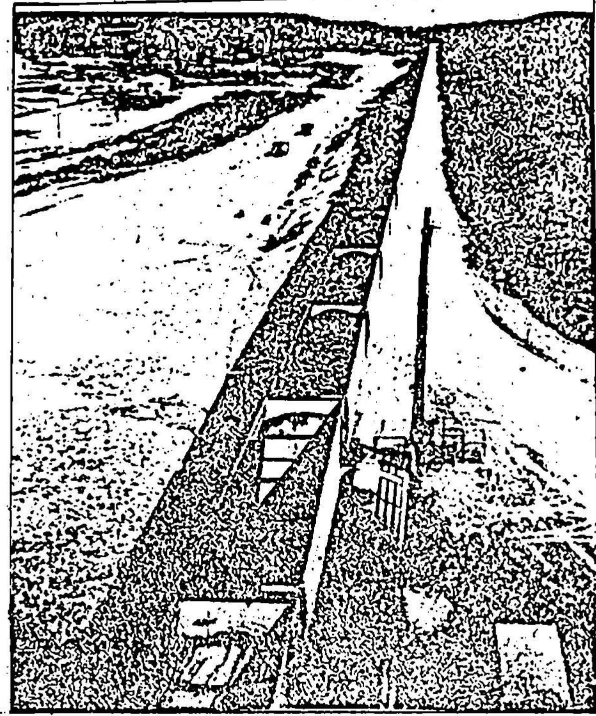
டுள்ளது. படம் 15 இல், தேக்கக் குழியிலிருந்து ஒரு தொகுதி வண்டித் தொடர் சுமையேற்றப்படுவது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. நிலக்கரி வண்டிகளிலிருந்து சுமையிறக்கம் செய்தல் பல முறைகளில் நிகழ்கிறது.

வழக்கமான தளர்ந்து கீழிறங்கும் அமைப்புகளைக் கொண்ட ஒரு தொகுதி வண்டித் தொடரானது, தேக்கப் பகுதியிலமைந்த வண்டிகளுக்குச் சுமையிறக்கம் செய்யும். வேலையாட்கள், இவ்வண்டிகளின் கதவுகளைத் திறந்துவிடுவர். சுமையிறக்கம் செய்யும் பகுதியில் முதல் வண்டியானது தனது சுமையை இறக்கிய பின்னர், வண்டி முன்னர் நகர்ந்து அடுத்த வண்டியிலமைந்த சுமையினை அவ்விடத்தில் இறக்கம் செய்வதற்கு வழி செய்கின்றது.

வேகத்திறப்பையும், அடிப்புறக் கொட்டும் அமைப்பையும் கொண்ட வண்டித் தொடரானது, பள்ளத்தை நோக்கி நகரும்போது, எந்திர வழியாகக் கீழே கொட்டக்கூடிய அல்லது ஒரு மின் கருவியின் வழியாகக் கீழே கொட்டக்கூடிய கதவுகள் திறக்கப்பட்டு நிலக்கரி சுமையிறக்கம் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வண்டிகள் சுமையிறக்கம் செய்தபின்னர், எந்திர



படம் 15. தேக்கத் தொட்டிவழிசெல்லும் நிலக்கரி ஏற்றிய தொடர்வண்டி



படம் 16 டென்னசியில், புல்ரன் (Bull Run) என்ற இடத்தில் டென்னசி பள்ளத்தாக்கு அதிகாரக் குழுவினரது நீராவி நிலைய தில் ஒரு தொடர் வண்டியானது துள்ளும் வண்டிகளைக் (hopper cars) கொண்டு வேகச் சுமையிறக்கம் செய்வதைக் காணலாம்.

வகையாகவோ, மின்திறன் இயங்கு அமைப்பின் வழியாகவோ வண்டியின் கதவுகள் மூடப்படுகின்றன. நகரும்போதே சுமையிறக்கம் செய்யும் அமைப்புகள் செலவு மிக்கனவாய் அமைந்தாலும் பல நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளன. பள்ளப் பகுதியை நோக்கி ஒரு மணிக்கு 4 முதல 5 மைல்கள் வரை வேகத்தில் தொகுதி வண்டித் தொடர் நகரும்போது, 100 வண்டிகளைக் கொண்ட அவ்வண்டித் தொடர் 10000 டன்கள் அளவு மொத்தச் சுமையினை 15 நிமிடங்களில் சுமையிறக்கம் செய்யும்.

தொடங்குவதற்கான நேரத்தையும் சேர்த்துக் கொள்ளும்போது, மொத்தச்சுமையிறக்கம் செய்யும் நேரம் 1 மணியளவில் அமையும். அதே 100 வண்டிகளைக் கொண்ட தொகுதி வண்டித் தொடரானது ஒரு நேரத்தில் இரண்டு வண்டிகளுக்கான சுழற்சி முறையிலமைந்த கீழே கொட்டும் அமைப்பினால் கீழே கொட்டும்போது, அவ்வண்டித் தொடர் முழுவதையும் சுமையிறக்கம் செய்ய 4 முதல் 5 மணிகள் வரையில் ஆகும். ஒரு நேரத்தில் ஒரு வண்டிக்கு மட்டும் சுழற்சி முறையிலமைந்த கீழே கொட்டும் அமைப்பினால் கீழே கொட்டச் செய்யும்போது, அவ்வண்டித் தொடர் முழுவதையும் சுமையிறக்கம் செய்ய 8 முதல் 12 மணிகள் வரையில் ஆகும். படம் 16 இல் வண்டி நகரும் போதே சுமையிறக்கம் செய்யும் அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நிலக்கரி நீர்மக்கலவையைக் கொண்டு செல்லும் குழாய் வழிகள். அமெரிக்காவில் 1981 ஆம் ஆண்டிலேயே நிலக்கரியும், நீரும் சேர்ந்த கலவை எக்கி மூலமாகக் குழாய் வழியில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. 1914 ஆம் ஆண்டு, இங்கிலாந்தில் ஆற்றின் கரையில் அமைந்த படகுகளில் இருந்து மின்திறன் நிலையத்திற்கு நிலக்கரியானது நீரின் வழியாக 20 செ.மீ. குழாய் வழியில்

வணிக முறையில் கொண்டு செல்லப்பட்டது. இதன் பின்னர், குழாய் வழியில் நீரின் மூலமாக நிலக்கரியினை அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் கிழக்கு மாநிலங்களில் அமைந்த நெடுந்தொலைவு விற்பனை இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லும் திட்டங்கள் பல காரணங்களால் நிறைவேற்றப்படவில்லை. இத்திட்டங்கள் நிறைவேற்றப்படாததற்கான காரணம் தொழில் நுட்பப் பிரச்சினைகளைச் சார்ந்தன வல்ல என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. நீர்மக் கலவையான நிலக்கரியினை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லும் தீவிர ஆய்வுகள் தொடர்ந்தன. 1957 ஆம் ஆண்டில், முதன் முறையாக நிலக்கரியை நீருடன் குழாய்வழியில் நீண்ட தொலைவு கொண்டு செல்லும் தொழில் நுட்பம் முன்னேற்றமடைந்து நடைமுறையில் இயலத்தக்கதாயிற்று. இதன் விளைவாக ஒருங்கிணைந்த நிலக்கரிக் குழாய்வழி கட்டி இயக்கப்பெற்றது. இக்குழாய்வழியின் குழாய் 25 செ.மீ விட்டம் கொண்டதாயும் 175 கி.மீ. நீளத்தைக் கொண்டதாயும் ஓர் ஆண்டிற்கு1.25 மில்லியன் டன்கள் அளவில் நிலக்கரி ஒஹியோவிலுள்ள கேடிஸ் என்னும் இடத்திலிருந்து, ஈரி ஏரியின் கரையிலமைந்த கிளீவ்லாந்தின் கிழக்கே 16 கி.மீ. தொலைவிலமைந்த மின் இடைவெளியிலமைந்த மின் ஆக்கம் செய்யும் நிலையத்திற்கும் கொண்டு சென்றது. 57 கி.மீ. இடைவெளியிலமைந்த நீரேற்றம் செய்யும் நிலையங்கள் இக்குழாய் வழிக்குத் திறனூட்டி, நிலக்கரி-நீர்க் கலவையின் வெளியேற்றம் செய்யும் அழுத்தம் 67kscm (கி.கி, ஒரு சதுர செ.மீ. க்கு) 8 வலை 0 தர அளவுகளைக் கொண்டதும், 50'/. திண்மப் பொருள் செறிவூட்டத்தைக் கொண்டதுமான நிலக்கரி நீர்மக் கலவை கொண்டு செல்லப்பட்டது.

ஒஹியோ குழாய்வழி வெற்றிகரமாக இயங்கி 7 மில்லியன் டன்கள் நிலக்கரியை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு சென்றாலும், இயக்கும்போது தோன்றிய எதிர்பாராத பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க வேண்டியதாயிற்று. இதற்குப் பல்வேறு வேறுபாடுகளைக் கொண்ட கூறுகளைக் கொண்டு மிகுந்த அளவில் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. இத்தகைய ஆய்வினால் கொண்டுசெல்லப்படும் நிலக்கரியின் அளவினை வேறுபடுத்தியும் நிலக்கரியின் நீர்மக் கலவையின் செறிவூட்டத்தை வேறுபடுத்தியும் அவ்வேறுபாட்டின் காரணமாய் நிலக்கரி நீர்மக் கலவையின் நிலைத்த தன்மையின் விளைவு பற்றியும் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. தொகுதி வண்டித் தொடர் கருத்தில் வெவ்வேறு இட அமைப்புக்களில், நிலக்கரியை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டுசெல்வதற்கான செலவினங்கள் வேறுபடுகின்றன. எப்படி இருப்பினும் எங்கு இருப்பு வழிப் பாதை வசதிகள் அமையவில்லையோ அங்கு நிலக்கரி நீர்மக்கலவையினைக் குழாய் வழியில் செலுத்துவது விரும்பத்தக்கதாகும். இவ்வாறாக இன்று வரை உலகம் முழுதும் 10 குழாய் வழியாக நிலக்கரி-நீர்மக் கலவையைச் செலுத்தும் அமைப்புகள் இயங்கிவருகின்றன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் மிகப் பெரிய குழாய் வழியாக அமைவது பிளேக் மீசோ குழாய் வழியாகும். இக்குழாய் வழி 435 கி.மீ. நீளமுடையதாயும், பெரும்பாலும் 45 செ.மீ. விட்டமுடைய குழாய்களைக் கொண்டதாயும், சில இடங்களில் 30 செ.மீ. விட்டமுடைய குழாய்களைக் கொண்டதாயும் உள்ளது. இக் குழாய்வழியானது ஓர் ஆண்டிற்கு 5 மில்லியன் டன்கள் அளவில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியினை 1580 மெ.வா. மின் ஆக்கம் செய்யும் நிலையத்திற்குக் கொண்டு செல்கின்றது. பிளேக் மீசோ நிலக்கரிச் சுரங்கங்களின் நடுப்பகுதியில் அரிசோனாவின் வடகிழக்குப் பகுதியில் 2200மீ உயரத்திலிருந்து இக் குழாய் வழி தொடங்கித் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியுடன் இணைந்த நீர்மக் கலவையினை நெவாடாவின் தெற்கு முனையில் 250மீ உயரத்திலமைந்த மோஹேவ் மின்ஆக்க நிலையத்திற்கு வழங்குகின்றது.

மேற்கு வர்ஜீனியா நிலக்கரிவயல்களிலிருந்து நியூயார்க் நகரத்திற்கும் பால்டிமூர் நகரப்பகுதிக்கும், 560 கி.மீ நீளத்தில் குழாய்வழி அமைப்பது (50 செ.மீ விட்டம்) திட்டமிடப்படும் நிலையிலேயே உள்ளது. இதற்கான நீரேற்றம் செய்வதற்கான திறன் சோவியத்து நாட்டில் ஓர் ஆண்டிற்கு 10×10^6 டன்கள் ஆகிறது. சோவியத்து நாட்டில் நோவோ வோலின்ஸ்காயா சுரங்கத்திலிருந்து 60 கி.மீ நீளம் வரையில் (30 செ.மீ (விட்டம்) குழாயில் நிலக்கரி நீர்மக்கலவை கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. போலந்து நாட்டு, மையச் சுரங்கமிடும் தொழிற்சாலை 200 கி.மீ நீளம் வரையில் (25 செ.மீ விட்டம்) குழாய் வழியை இயக்கி வருகின்றது. பிரான்சு நாட்டில் 81 கி.மீ நீளமுடைய (40 செ.மீ விட்டம்) குழாய் வழி 1952ஆம் ஆண்டில் நிறுவப்பட்டு, ஒரு மணிக்கு 250 டன்கள் அளவில் ஏற்றம் செய்யப்படுகின்றது. பிரிட்டன் கொலம்பியாவிலுள்ள கிழக்குக் கூடினேவையும் வான்கூவரையும் இணைக்க 800 கி.மீ நீளக் குழாய் வழி திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

நிலக்கரி நீர்மக் கலவையைக் குழாய் வழியாகக் கொண்டு செல்வதற்கான தன்மை பலவித வேறுபாடுகளைத் தீர்வுறச் செய்யும். இவற்றில் நேரியலாக முக்கியமாக அமைவது கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் ஆகும். அவை, கொண்டிருக்கும் நிலக்கரியின் உருள அளவு, நீரின் வேகம், செறிவூட்டம், என்பனவாகும். செயல் நுட்பம் வாய்ந்த இயங்கிடும் வேகங்களில், ஒருமித்த பாய்வினை அடைய நிலக்கரியின் சரியான அளவினைத் (தரத்தினை) தேர்ந்தெடுப்பது முதன்மையானதாகும். நிலக்கரி நீர்மக் கலவையில் இவ்வாறு இருப்பதற்கு 8 வலை தர அளவுகளைக் கொண்ட துல்லியமான 0.25 செ.மீ துகள் அளவு(தூசியுடன் ஒப்

பிடும்போது) நிலக்கரி தேவைப்படும். நிலைத்த இயக்கத்தை அடைவதற்கும், குழாயினடியில் கூடுதலான தேய்வினைத் தவிர்க்கவும், ஒருமித்த பாய்வு (குழாய்விட்டக் குறுக்கில் திண்மப் பொருள்கள் சரி சமமாகப் பகிர்ந்தமைவது) முதன்மையானதாகும்.

இதே அளவிற்கு முதன்மை வாய்ந்ததாயும், கொண்டுசெல்லப்படும் நிலக்கரியின் அளவிற்கு நேரடித் தொடர்புடையதாயும் அமைவது கொண்டு செல்லப்படும் வேகத்தினைத் தகுந்தவாறு தேர்ந்தெடுப்பதே. அளவுக்கு மீறிய உயர் அழுத்தக் குறைவு தோன்றாதிருக்கவும், குழாய் வழியில் மிகுந்த அளவில் உராய்வு தோன்றாதிருக்கவும், வேகம் மிக அதிகமாக அமையக்கூடாது. இதற்கு நேர்மாறாகச் செலுத்தப்படும் வேகம் மிகக் குறைவாக இருக்கும் போது மிகுந்த அளவு தேய்வு குழாயினடியில் உண்டாகும். வழக்கமாக, செயல்முறை சார்ந்த இயக்க வேகங்கள் ஒரு நொடிக்கு 1.3 முதல் 2.3 மீ. வரைக்குள் அமையும். இறுதியாக முக்கிய அளபுருவான நிலக்கரி நீர்மக் கலவையின் செறிவூட்ட அளவைத் தீர்மானிக்கவேண்டும். ஒரு ஆய்வுக் கூடச் சோதனையிடும் கருவிகளைக் கொண்டு வழங்கப்பட்ட நிலக்கரி-நீர்மக் கலவையின் செறிவூட்டத்திற்கும், பிசுப்புத் தன்மைக்கும் உள்ள தொடர்பினைக் கண்டறியலாம். வேறுபட்ட நிலக்கரி நீர்மக் கலவைகளுக்கான செறிவூட்டத்திற்கும் பிசுப்புத் தன்மைக்கும் உள்ள வேறுபாடு வேறுபட்டாலும், எல்லா அமைப்புகளும் பொதுவாக ஒரு விலகும் புள்ளியையே காட்டுகின்றன. இப்புள்ளியில் செறிவூட்டத்தைச் சிறிது உயர்த்துவதனால் பிசுப்புத்தன்மை மிகுந்த அளவில் உயர்வடைவதைக் காணலாம். மிகையான வேகங்களில் இயக்காமல் நல்லதொரு இயக்கத்தை வழங்க இவ்விலக்கப்புள்ளிக்கும் கீழேயமைந்த செறிவூட்ட எல்லையில் இயக்கப்படுவது முக்கியமானது. நிலக்கரிக்கான நடைமுறைசார்ந்த செறிவூட்ட எல்லை 45% முதல் 55% அளவுள்ளதிண்மப்பொருள்களின் அளவாகும்.

குழாய் வழியாக நிலக்கரி நீர்மக்கலவையினை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லும் நல்வாய்ப்புகள் நன்றாக அமைகின்றன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் மேற்குப் பகுதி பெரும்பாலும், மிகுந்த அளவு நிலக்கரி வளத்தைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வளத்தைத் தக்கவாறு பயன்படுத்தினால் பல நூற்றாண்டுகள் வரையில், அந்நாட்டிற்குப் போதும்.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் சுரங்கமிடப்படும் நிலக்கரியைக் காட்டிலும் மேற்கு நாடுகளினுடைய நிலக்கரி குறைந்த கந்தக அளவினைக் கொண்டதாயும், விலை குறைந்ததாயும் உள்ளது. குழாய் வழியாக நிலக்கரி நீர்மக் கலவையினை மைய மேற்கு விற்பனை இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்வது பொருளாதார வகையில் விரும்பத் தக்கதாகும். குழாய்வழியாக நிலக்கரி நீர்மக் கலவையைக் கொண்டு செல்வது சில சமயங்களில் விரும்பத்தக்கதே. அவை, நிலைத்த இடங்களுக்கு, நீண்ட நாளைக்குப் பெரும் அளவு நிலக்கரியைக் (ஓர் ஆண்டிற்கு 1 மில்லியன் டன்களுக்கும் மேலாக) கொண்டு செல்லும் போதும் சுரங்கம் அல்லது சுரங்கங்கள் இருப்பு வழிப் பாதையில் இணைக்கப்படாமல் நெடுதொலைவில் அமையும்போதும் நீர்மச் செலுத்தத்திற்குத் தேவையான நுண்ணிய அரைப்பு இறுதிப் பயன்பாட்டிற்கு எதிராக அமையாத போதும் இருப்பு வழிப் பாதைகளில் மிகுந்த அளவில் சுமையேற்றம் செய்வதைத் தவிர்க்கக் குழாய் வழியாக உயர்ந்த அளவில் நிலக்கரி-நீர்மக் கலவையினைச் செலுத்தும் போதும் தேவையாகின்றன. குழாய் வழியை நிறுவிய பின்னர், நிலக்கரியின் நேரடிவிலை உயர்வினால் குழாய்வழி பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் யாதெனில், இத்தகைய கொண்டு செல்லும் முறைக்கு மிகுந்த முதலீடு தேவை. 70% கட்டண வீதம், முதலீட்டில் அடங்கும். 15% மின் திறனைச் சாரும் 15% அளவு மட்டுமே வேலையாட்களுக்கான செலவினையும் பராமரிப்பையும் சாரும்.

மற்ற வகையைச் சார்ந்த நிலக்கரி கொண்டு செல்லும்முறைகளைக் காட்டிலும், குழாய் வழியாக நிலக்கரி நீர்மக்கலவையைக் கொண்டு செல்லும் முறை சுற்றுப்புறச் சூழல் மாசுறாமையாலும், டன்-மைல் அடிப்படையில் பயன்படுத்தப்பட்ட திறன் அளவாலும் மற்ற கொண்டுசெல்லும் அமைப்புகளில் செலவிடப்படும் திறன் அளவைக் காட்டிலும் குறைவாய் இருப்பதாலும், விரும்பத்தக்கதாய் அமையும்.

குழாய் வழியில் நிலக்கரி நீர்மக் கலவையைக் கொண்டு செல்லும் முறையின் முதன்மையான இரு தேவைகள் பின்வருவனவாகும். அவை, தேவையான நம்பத்தக்க நீர் வழங்கீடு, (அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் மேற்கிலமைந்த நீர் குறைவான இடங்களில் பிரச்சினையை உண்டாக்குகின்றது)மின்திறன் நிலையத்தில் பயன்படுத்து வதற்கேற்றவாறும், படகில் மீண்டும் வேறோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வதாலும் நிலக்கரியை நீர்மக் கலவையிலிருந்து பிரித்து உலர வைத்தல் (இன்று வரை வேகச் சுழற்சியினால் பிரிக்கும் எந்திரத்தைக் கொண்டு பிரிப்பது முதன்மையான முறையாக அமைகின்றது) என்பனவாகும்.

மின் ஆக்க நிலையத்திற்குக் குழாய் வழியாகக் கொண்டு செல்வதற்கு மிகச் சிறிய அளவுகளில் நிலக்கரித் துகள்களின் அளவினைக் குறைப்பது தேவையாயினும், நுண்ணிய நிலக்கரித் துகள்களை உலர்த்துவது சிறிதளவு பிரச்சினையை உண்டாக்கும்.

நிலக்கரியைச் சோதித்தல், அண்மை ஆய்வு. இந்த ஆய்வில், நிலக்கரிக்கும் கோக்கிற்குமான, மொத்த

ஈரம், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள், சாம்பல், நிலைத்த கார்பன் அளவினைக் கணக்கிடுதல் ஆகியன அடங்கும். அண்மை ஆய்வுச் சோதனைகள் குறிப்பிட்ட நிலைகளில் நடத்தப்படுகின்றன. அண்மை ஆய்வின் வழியாக, நிலக்கரியின் தரத்தினை நிலை நிறுத்தவும், எரிக்கத் தக்கதும், எரியாத கூறுகளுக்குமான விகிதத்தைக் காட்டவும், நிலக்கரியை வாங்கவும் விற்பதற்குமான அடிப்படையை வழங்கவும், அதன் நன்மை பயக்கத்தக்கத் தன்மையை மதிப்பிடவும் அல்லது மற்ற காரணங்களுக்கும் பயன்படுகின்றன.

நிலக்கரியின் ஈரம் மூன்று வடிவங்களைக் கொண்டுள்ளது. அலை கட்டற்ற அல்லது ஒட்டிக் கொண்டுள்ள ஈரம் (இந்த ஈரம் பெரும்பாலும் புறப் பரப்பு நீரினால் ஆக்கப் பெற்றதாகும்), கட்டமைப்பில் பிணைக்கப்பட்ட அல்லது உள்ளார்ந்த ஈரம் (ஆவி அழுத்தத்தின் காரணமாயும் மற்ற இயற்பியல் முறைகளின் காரணமாய் பெறப்பட்டுள்ள ஈரம்) வேதியியலாக பிணைக்கப்பட்ட நீர் (நீர்மாக்கத்தினால் உண்டான நீர் அல்லது இணையப் பெற்ற நீர்) என்பனவாகும். சோதனைக்கானதும், பொருள்களுக்குமான அமெரிக்கக் குழு, மொத்த ஈரத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறை செய்கின்றது. வெப்ப நிலை, காலம், காற்றுப் பாய்வு போன்ற மிகவும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலைகளில், காற்று மண்டிலத்தில் நிலக்கரியின் எடை இழப்பு, மொத்த ஈர அளவைக் காட்டும். வேதியியல் முறையில் இணையாத மொத்த நீரின் அளவை மொத்த ஈரம் காட்டும். மொத்த ஈரம் இரு வழிகளில் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. அவையாவன, மொத்த மாதிரியிலிருந்து புறப்பரப்பு ஈரத்தை நீக்குவதற்குக் காற்றில் உலர வைத்தல், மொத்த மாதிரியைப் பிரித்துக் குறைத்து தயாரித்த மாதிரியில் இருந்து எஞ்சிய ஈரத்தைத் தீர்மானித்தல் என்பனவாகும். கூட்டல் கணக்கீட்டைப் பயன்படுத்தி மொத்த ஈரத்தின் அளவு கணக்கிடப்படுகின்றது. இத்தகைய சோதனை ASTM 3173 இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. அப்படியே பெறப்பட்ட ஈரமானது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திலமையும் மொத்த ஈரத்தைக் குறிக்கும். வாணிபத்தில் இச்சொற்றொடர், நிலக்கரியினை வழங்கி மாற்றம் செய்யும் இடத்தில் அமைந்த ஈரத்தைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தயாரிக்கப்பட்ட மாதிரியில் எஞ்சிய ஈரத்தைத் தீர்மானிக்கக் கரிமப் பின்னொழுக்கு ஈரச் சோதனைகள் செய்யப்படுகின்றன.

வெப்ப நிலை, காலம், வளி மண்டலம் ஆகியவற்றின் மிகவும் கட்டுப் படுத்தப்பட்ட நிலைகளில், நிலக்கரியை எரியவைக்கும்போது, இறுதியில் எரியாத தாதுப் பொருளாகச் சாம்பல் கிடைக்கின்றது. இம்முறையில் பெற்ற சாம்பலானது, தொடக்கநிலையில், நிலக்கரியில் அமைந்த கனிமக் கூறுகளின் கலப்பினின்றும் வேறுபடுகின்றது. எரித்தலினால், களிமண்ணிலிருந்தும், கால்சியம் சல்பேட்டிலிருந்தும் நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. கார்பனேட்டுகளிலிருந்து கார்பன்-டை-ஆக்சைட் வெளியேற்றப்படுகின்றது. இரன்பைரைட்டுகள், பெர்ரித் ஆக்சைடாக மாற்றப் படுகின்றன. இந்தவினைகள் ஒவ்வொன்றின் போதும், தொடக்கப் பொருளிலிருந்து எடைகுறைவு உண்டாகின்றது. ASTM388 இல், தொடக்கக் கனிமப் பொருள் அடிப்படைக்காகச் சரி செய்யும் சாம்பல் மதிப்பீடுகளுக்கான வாய்ப்பாடுகள் வழங்கப்பட்டுள்ளன.

ASTM 3175 இல் குறிப்பிடப்பட்ட தரப்படுத்தப் பட்ட சோதனை நிலைகளின்போது, ஈர ஆவி நீங்கலாக உண்டாகும் வளிமப் பொருள்கள் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் என வரையறுக்கப்படுகின்றன. கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன், மீத்தேன், கரிம ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் எரியத்தக்க வளிமங்களாகும். கார்பன் டை ஆக்சைடு, அம்மோனியா, ஹைட்ரஜன் சல்பைடு மற்றும் சில குளோரைடுகள் எரியாத வளிமங்கள் என வகைப்படுத்தப் படுகின்றன. எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் செயலறிவால் தெரிந்து தீர்மானிக்கப்படும் நிலக்கரியின் பண்பாகும். எனவே, எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் நிலக்கரியின் ஒரு இயற்கைக் கூறாக அமைவதில்லை. தரமான முறைகளைப்பயன்படுத்திப்பல தாழ்ந்த வரிசை சார்ந்த நிலக்கரிகளில் மீண்டும் அதன் விளைவுகளைப் பெற இயலுவதில்லை.

இப்பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க, தாழ்ந்த வரிசை சார்ந்த நிலக்கரிகளுடன் குறிப்பிட்ட தாழ்ந்த எளிதில் ஆவியாகும் பண்பினையும், பிட்டுமன் பண்பினையும் கொண்ட நிலக்கரிகள் கலக்கப் பெற்று, பரிசோதனைக்கூடச் சோதனை மாதிரிகளாகப் பயன்படுத்தப்படும். நிலக்கரிகளின் வரிசைகளை நிலை நிறுத்தவும் கரியாக்கத்தின்போது உண்டாகும் கோக்கின் அளவைக் காட்டவும், எரியும் பண்புகளைத் தீர்மானிக்கவும், எளிதில் ஆவியாகும் பொருளைத் தீர்மானிப்பதற்கான சோதனைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நிலைத்த கார்பன் அளவானது எளிதில் ஆவியாகும் பொருளைத் தீர்மானிக்கும் சோதனையின் விளைவாகச் சாம்பல் நீங்கலாகத் தோன்றும் திண்ம எச்சப் பொருள் ஆகும். 100% இலிருந்து, ஈரத்தையும், எளிதில் ஆவியாகும் பொருளையும், சாம்பலையும் கழித்தபின்னர் இதன் மதிப்பு கணக்கிடப்படுகின்றது.

மற்றொரு தொன்று தொட்டுப் பயன்படுத்தி வரும் சொற்றொடரான இறுதியான பகுப்பாய்வு என்பது சிக்கலான நிலக்கரியின் மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பில் இணைந்திருக்கும் தனித்தனித் தனிமங்களைக் குறிப்பிடும். இத் தனிமங்கள், நிலக்கரியில் உள்ள முழுக் கார்பன், முழு ஹைடிரஜன், முழுக் கந்தகம், முழு நைட்ரஜன், ஆகியவற்றைப் பகுத்துக்

காட்டுமாறு அமையும். நிலக்கரியின் தாதுப் பொருள் அளவை மதிப்பிடுவதற்கு ஆய்வில் எஞ்சும் சாம்பல் அளவைக் கணக்கிடுவதும் அடங்கும். இதனால் முழு ஆக்சிஜன் அளவினைக் கணக்கிட முடிகிறது. மாதிரியை ஆக்சிஜனில் வினையூக்க வைத்து எரித்து எளிதில் அளக்கத்தக்க கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாவதிலிருந்து மொத்தக் கரிமத்தின் அளவு தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. மொத்தக் கார்பன் அளவில் கரித்தாதுவின் கார்பன் அளவும் கார்பனேட்டுக் கார்பன் அளவும் அடங்கும். 1756 இல் கூறப்பட்டுள்ளவாறு, மொத்தக் கார்பன் அளவிலிருந்து, கார்பனேட்டுக் கார்பன் அளவைக் கழிக்கும் போது மொத்தக் கரிமக் கார்பன் அளவினைத் தீர்மானிக்கலாம். வழங்கப்பட்ட மாதிரியில் மொத்தக் கார்பன் உட்பொருளின் அளவு நிலைத்த கார்பன் அளவினைக் காட்டிலும் எப்பொழுதும் அதிகமாக இருக்கும்.

மாதிரியை ஆக்சிஜனில் வினையூக்க வைத்து எரித்து நீராக மாற்றம் செய்து மொத்த ஹைடிரஜன் அளவு தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. உலர்த்துவதற்கு உதவும் உலர்த்தியினால் நீர் உறிஞ்சப்பட்ட பின்னர் நேரடியாக எடையிடப்படுகின்றது. மாதிரியின் ஈரத்தில் அமைந்த ஹைடிரஜனையும், நீர்மமாக்கத்தின் வழியாகப் பெறப்பட்ட நீரில் அமைந்த ஹைடிரஜனையும் சேர்த்து ஹைடிரஜன் அளவு தீர்மானிக்கப் படுகின்றது. ஸ்டாய்க்கியோமெட்ரிக முறையில், மாதிரியின் ஈரத்திலுள்ள ஹைடிரஜன் நீக்கம் செய்யலாம். 1756 இல் வழங்கப்பட்டுள்ள வாய்ப்பாடுகளைக் கொண்டு, மற்ற ஈர அடிப்படையிலமைந்த மாதிரிகளின் மொத்த ஹைடிரஜன் அளவினைத் தீர்மானிக்கலாம்.

மொத்தக் கந்தகம். கந்தகம் பொதுவாக மூன்று வடிவங்களில் காணப்படுகின்றது. இம்மூன்றின் கூடுதல் மொத்தக் கந்தக அளவினைக் காட்டும். கந்தகத்தைப் பிரிக்க வேதியியல் முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். அவையாவன, எஷ்கா முறை, வெடிகலன் கழுவுதல் முறை, உயர் வெப்ப நிலை எரிப்பு முறை என்பனவாகும். எஷ்கா முறையில், மகனீசியம் ஆக்சைடு சோடியம் கார்பனேட்டுக் கலவையில், தீப்பற்ற வைக்கப்படுகின்றது. கந்தகம் கரையக் கூடிய வடிவில் மாற்றம் செய்யப்பட்டு நீரைக் கொண்டு கழுவி வடித்தெடுத்த பின்னர் பேரியம் சல்பேட்டு என்னும் வீழ்படிவாக் கிடைக்கின்றது. இவ்வீழ்படிவு வடித்தெடுக்கப்பட்டுப் பின்னர் தீப்பற்ற வைக்கப்பட்டதும் எடைபோடப்படுகின்றது. வெடிகலன் கழுவுதல் முறையில், ஆக்சிஜன், வெடிகலக் கலோரிமானிக் கழுவுதல் வழியாகப் பேரியம் சல்பேட்டாகக் கந்தகம் வீழ்படிவு உண்டாக்கப்படுகின்றது. உயர் வெப்ப நிலை எரிக்கும் முறையில் ஒரு குழாய் உலையில் மாதிரி எரிக்கப்பட்ட பின்னர் கந்தக ஆக்சைடுகள் திரட்டப்பட்டு, அவற்றின் அளவு அமிலக் காரத் தரம் பார்த்தலின் வழியாகக் கண்டறியப்படுகின்றது.

வேதியியல் முறையில் வடித்துப் பிரித்தெடுத்தல் முறைகளின் வழியாக மொத்த நைட்ரஜன் அளவு தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. மொத்த நைட்ரஜன் அளவு வினையூக்கத்தால் அம்மோனியாவாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. அம்மோனியா வடிகட்டப்பட்டு, அமிலத்தினால் உட்கவரப்பெற்றுப் பிறகு அமிலக்காரத் தரம்பார்த்தலின் வழியாக அளவிடப்படுகின்றது.

100% இலிருந்து, மொத்தக் கார்பனையும், ஹைடிரஜனையும், கந்தகத்தையும் நைட்ரஜனையும், சாம்பலையும் கழித்து ஆக்சிஜன் உள்ளடக்கம் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. ஆக்சிஜனை நேரடியாகத் தீர்மானிப்பதற்கு, நீண்ட ஆனால் சரியான முறை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இறுதி ஆய்வின் ஒரு பகுதியாகக் குளோரின் வழக்கமாகச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

நிலக்கரியின் பண்பினைத் தீர்மானிக்கக் கூடிய மற்ற முக்கியமான வேதியியல், இயற்பியல் சோதனைகளாவன, வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு (பி.வெ.அ. அளவு), கந்தக வடிவங்கள், சாம்பல் உருகக் கூடிய வெப்ப நிலைகள், சாம்பல் ஆய்வு, சுவடுத் தனிமங்கள், சுட்டற்று விரியும் குறியீடு, ஹார்டுகுரோவின் அரைக்கும் தன்மை என்பனவாகும்.

வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு. ஆக்சிஜன் வெடிகலனில் நிலக்கரி மாதிரியினை அளவிட்டு வெப்பப்படுத்தும் மதிப்புத்தீர்மானிக்கப் படுகின்றது. வெடிகலன் வழியாகக் கிடைக்கும் எண் மொத்த வெப்பப் படுத்தும் மதிப்பினைக் குறிக்கும். எரிந்தபின் தோன்றும் விளைபொருளின் நீர்ஆவி முழுவதும் வடிக்கப் படுகின்றது. எரிந்தபின் தோன்றும் விளைபொருள்களின் நீர் முழுவதும் ஆவி நிலையில் உள்ளதால் மொத்த மதிப்பிலிருந்து, தொகு வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு கண்டறியப்படுகின்றது. இத்தொகு வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு, மொத்த வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பைக் காட்டிலும் குறைவானது.

ASTM D 2492 இல் கூறப்படும் மூன்று வகையான கந்தக வடிவங்களாவன, சல்பேட்டுக் கந்தகம் (இது கால்சியம்சல்பேட்டு அல்லது இரும்பு சல்பேட்டு வடிவத்தில் இருக்கும்) பைரைட்டுக் கந்தகம், கரிமக் கந்தகம் (இந்தக் கந்தகம் கார்பன் கட்டமைப்புடையதாகும்) என்பனவாகும். நிலக்கரியுடன் நீர்த்த ஹைடிரோக் குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து சல்பேட்டுக் கந்தகம் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. இது பேரியம் சல்பேட்டை வீழ்படிவாகச் செய்து, எரித்து எடை பார்க்கப்படுகின்றது. சல்பேட்டு நீக்கம் செய்த

பின்னர், நைட்ரிக்அமிலத்துடன், சேர்த்து பைரைட்டுக் கந்தகம் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட இரும்பு, ரெடாக்ஸ் (redox) தரம் பார்த்தலின் (titration) வழியாக அளவிடப்படுகின்றது. மொத்தக் கந்தக அளவிலிருந்து சல்பேட்டு அளவையும் பைரைட்டுக்கந்தக அளவையும் கழித்துக் கரிமக் கந்தக அளவு கணக்கிடப்படுகின்றது.

சாம்பலின் உருகும் வெப்ப நிலை சாம்பலின் உருகுந்தன்மை எனப் பரவலாக வரையறை செய்யப் பட்டுள்ளது. நிலக்கரி அல்லது நிலக்கரிச் சாம்பலிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட சிறிய முக்கோணக் கூம்புப் பட்டசங்கள், சில வரையறுக்கப்பட்ட உருகும் நிலைகளின் வழியாகச் சென்று ஒரு குறிப்பிட்ட வீதத்தில் வெப்பப்படுத்தும்போது பாய்கின்றது. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட குறைக்கும் அல்லது ஆக்சிஜனேற்றும் சூழ்நிலையும் தேவையாகின்றது. சோதனை முறை, பட்டறிவால் அறியப்படும். மின் உருவாக்கக்கூடிய உருகு வெப்ப நிலைகள் கிடைக்க அதற்கான தேவைகளும், சூழ்நிலைகளும் சரியாக இருக்க வேண்டும். அறிவிக்கப்பட்ட வெப்பநிலைகளில் உருவாகக்கூடிய நிலைகளாவன தொடக்க மாறுபாடு(கூம்பின் முனை மாறுதலடையத் தொடங்குகின்றது, மென்மையாகுதல் (கூம்பின் உயரம், கூம்பின் அகலத்தை போல இருமடங்காக உள்ளபோது), அரைக் கோள வடிவம் (கூம்பின் உயரம் கூம்பின் அகலத்திற்குச்சமமாய் உள்ளபோது), நீர்மம் (உருகிய கூம்பானது தட்டையான அடுக்காகப் பரவிடும்போது) என்பனவாகும்.

சாம்பல் ஆய்வு. நிலக்கரிச் சாம்பலிலும் கோக் சாம்பலிலும் வழக்கமாகக் காணப்பெறும் முதன்மைக் கூறுகளை ஆராய்வதற்காகக் குறிப்பிடும் சொற்றொடரே சாம்பல் ஆய்வு எனப்படும்(ASTMD 2795). ஆக்சைடுகளாகக் கூறப்படும் கூறுகளாவன SiO_2 Ac_2O, Fe_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, Na_2O, KzO, P_2O_5 SO_3 என்பனவாகும். பாஸ்பரச் சுவடு தனிமம் (trace element) தொன்று தொட்டுச் சேர்க்கப்பட்டு வருகின்றது. ஏனெனில் இதனை அடுத்த கோக்கைப் பயன்படுத்தி எஃகினை உண்டாக்கும் முறையில், பாஸ்பரத்தனிமம் முதன்மை உடையதாய் அமைகிறது.

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைஆர்வத்தின் காரணமாகச் சுவடுத் தனிம ஆய்வில் நாட்டம் சென்றது. இதற்குத் தேவையான செந்தரக் கருவிகள் இன்னும் உருவாக்க நிலையிலேயே உள்ளன. இத்தகைய ஆய்விற்குப் பயன்படுத்தும் தொழில் நுட்பங்களில் அடங்குவன. அணுஉட்கவர்ச்சி (atomic absorption) தீப்பொறி மூலத்தினைக் கொண்ட, பொருண்மை அலைமாலை ஒளிப்பட அளவியல்(mass spectrophotometry) நியூட்ரான் செயற்படுத்துதல், (neutron activation), X-கதிர் உட்னொளிர்தல் (X-ray fluorescence) ஆகியன.

கட்டற்ற பருத்தல் சுட்டெண் (free swelling index) கட்டுப்படுத்தாத உருகலைக்கும் மட் கலத்தில் நிலக்கரியை வேகமாக வெப்பப்படுத்தும் போது கட்டற்ற பருத்தல் சுட்டெண் அளவு தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. க.ப.ச மதிப்பு 0 முதல் 9 வரையிலான இடைவெளியைக் கொண்டுள்ளது. கெட்டியாகாத விரியாத நிலக்கரிகளின் சுட்டெண் 0 எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. க.ப.சு. அதிகமாகும் போது, நிலக்கரியின் பருத்தல் பண்பும் அதிகமாகின்றது. இச்சோதனையின் முடிவுகள் நிலக்கரியினை எரி பொருளாக எரிக்கும் போது, அதன்கெட்டியாகும் பண்பினைக் குறிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன.

ஹார்டுகுரோவின் அரைமை முறை (Hardgrove grindability) நிலக்கரியின் ஒப்புத்தூளாக்கத்தை மற்றசெந்தர நிலக்கரி வரிசைகளுடன் ஒப்பிட்டுத் தீர்மானிப்பதற்கு இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. செந்தரக் கருவியில் உண்டாக்கப்பட்ட நுண்மையான எதிர்மை எண் 200 உள்ள சல்லடைத் துளைகளின் அளவு முதற்கொண்டு சுட்டெண்கள் கணக்கிடப் படுகின்றன. இம்முறையின் முடிவுகள், நொறுக்குவதற்கும் அரைப்பதற்குமான சாதனத்தின் தேய்மான வீதங்களைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

கெய்சலரின் குழைமை (Gieseler plasticity). நிலக்கரியினை வெப்பப் படுத்தும் போது நிலக்கரி உருகி அல்லது மென்மையாகி, நீர்ம நிலையினை அடையும் போக்கிற்குக் குழைமை எனப்பெயர். நிலக்கரி மாதிரியில் பொருத்தப்பட்ட குத்துநிலைக் கலக்கும் கருவிக்கு நிலையான் திருக்கம் (constant torque) வழங்கப் படுகின்றது. ஏற்கெனவே தீர்மானிக்கப்பட்ட வெப்ப நிலைத் திட்டத்தில் (temperature programme) நிலக்கரியினை வெப்பப்படுத்தும் போது, அந்நிலக்கரியானது கோக் ஆகக் கூடிய நிலையைக் கடக்கும் போது, கலக்கும் கருவியின் சுழலும் வீதத்தினைக் கொண்டு, பாய்மை (fluidity) அளவிடப்படுகின்றது.

ஆடிபர்ட் ஆர்னி பருத்தல் அளவி (Audiobert Arni dilatometer). நிலக்கரியின் கரியாக்கத்தின்போது நிலக்கரி சுருங்குதலையும் பருத்தலையும் இவ்வளவி காட்டும். நிலக்கரியின் அமுக்கப்பட்ட மாதிரியின் மீது அமைந்திருக்கும் உலோக உந்துத்தண்டு உயர்ந்து, தாழ்வதைப் பதிவுசெய்து காட்டும்.

சோதனைகளின் தேவை. முன்னர்க் கூறப்பட்டவாறு இறுதி நுகர்வாளர்களுக்கு, நிலக்கரியின் வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு, சாம்பல், உருகுந்தன்மை பிற அளபுருக்கள் ஆகியன மிகவும் முதன்மை வாய்ந்தவையாகும். நிலக்கரியை உருவாக்கம் செய்யும் நிலையங்களை அமைக்கவும், இயக்கவும் நிலக்கரியை முன்னரே சோதிப்பது மிக முக்கியமானது. வளிமமாக்க நீர்மமாக்க முறைகளில் பல்வேறு பட்ட நிலக்கரிகளைப் பயன்படுத்துவதன் காரணமாக அண்மை

ஆண்டுகளில் நிலக்கரிச் சோதனையிடுதல் புதிய தொரு சிறப்புப்பெற்றது. நிலக்கரியின் இயற்பியல், வேதியியற் பண்புகள் வேறுபட்டிருந்தாலும் அதன் மிகச் சிறிய அளவான பண்பு, வளிமமாக்க முறைக் கும் நீர்மமாக்க முறைக்கும் தீமை பயப்பதாய் உள்ளது. அளவீடுகளின் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும் திறமை குறுகிய இடைவெளியினைக் கொண்டதாயும் ஒரே மாதிரியான மூலப்பொருள் மிகவும் முக்கிய முடையதாயும், மூலப்பொருள்களின் துள்ளல் நெருங் கிய கட்டுப்பாடு மிகவும் முக்கியமுடையதாயும் அமைகிறது. நெருக்கமான விவரக் குறிப்புகளின் வேறுபாட்டின் காரணமாய் விளைவுகள் கடுமையாய் பாதிக்கப்படும். அதனால் பொருளாதாரச் சிக்கனத் துடன் செயல்படக்கூடிய நிலக்கரியை மாற்றும் முறைகள் கடுமையாகப் பாதிக்கப்படும். இவை உருக்குலைவின் வழியாகச் சாதனம் ஊறுபடுவதற்கு வழிவகுக்கும். இத்தகைய ஊறுபாடுகள் தோன்றும் போது அவற்றைச் சரிசெய்வதற்குச் சிலநேரங்களில், நிலையத்தின் இயக்கத்தைச் சில மணிகள் முதல் பல நாள்கள் வரையில் மூடச்செய்வது தேவையாகலாம். பயன்படுத்தும் நிலக்கரி மூலப்பொருள், நிலக்கரியின் கழிவு வெளியேற்றங்களைப் பெரிதும் பாதிப்பதுடன், வளிமச் செயற்பாட்டுத் தொகுதிகளிலும், மீட்கும் தொகுதிகளிலும் இயக்கச் சமநிலையைச் சீர்குலைத்து நெருங்கிய சுற்றுப்புறக்கட்டுப்பாட்டிற்கு இடர்ப் பாட்டினையும் உண்டாக்கும்.

நிலக்கரியை மாற்றும் செயல்முறைகள்

19 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பட்ட பகுதியிலும் 20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் சில பத்தாண்டுகள் வரையிலும் நிலக்கரி அல்லது கோக்கிலிருந்து பெறப்பட்ட செயற்கை வளிமம், வெப்பப்படுத்தும் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப் பட்டது. 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே சீன நாட்டவர் இயற்கை வளிமத்தைக் கண்டுபிடித்துப் பயன்படுத்தினர். முதன்முறையாக இயற்கை வளிமத்தை வணிக முறையில் பயன்படுத்தியதற்கான சான்று 1802 ஆம் ஆண்டிலேயே உள்ளது. அப் போதே இயற்கை வளிமத்தைப் பயன்படுத்தி இத்தாலியில் ஜெனோவா என்ற இடத்தின் தெரு விளக்குகள் ஒளியூட்டப்பட்டன. இயற்கை வளிமத் தைப் பயன்படுத்தும் முதல் நிறுவனம் 1858 ஆம் ஆண்டிலேயே உருவாக்கப்பட்டது. பிரிடோனியா (நியூயார்க்) வளிம ஒளி நிறுவனம் இயற்கை வளி மத்தை உண்டாக்கும் கிணறுகளிலிருந்து பேரளவில் இயற்கை வளிமத்தை ஆக்கம் செய்து, அக் கிணற்றி லிருந்து பல நூறு மைல் தொலைவில் அமைந்த சமுதாயத்தினருக்குக்கிடைக்கச் செய்ததற்குமுன்னரே குழாய் வழியாகத் தொழிற்சாலைக்கும் வணிகருக்கும் குடியிருப்பு நுகர்வாளர்களுக்கும் வளிம எரி பொருளைச் செலுத்தும் மாபெரும் நலங்களை நன்கு அறிந்திருந்தனர். இவ்வாறாகப் பல பத்தாண்டுக ளாகச்செயற்கை வளிமம் பயன்படுத்தப்பட்டது. நிலக் கரி அல்லது கோக், நீராவியினால் தரம் குறைவான வளிமத்தை ஆக்கம் செய்வதற்கு, ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வளிம உற்பத்தித் தளங்கள் கொண்டு உள்ளூர் வளிமம் தயாரிக்கும் தொழிற் சாலை அமைந்தது. உள்ளூர் வளிமத்தை உற்பத்தி செய்யும்போது, காற்று நீராவிக் கலவையினைக் கொண்டு, நிலக்கரி அல்லது கோக்கினைக் கொண்ட வெப்பமான ஆழ்ந்த படுகையின் மீது ஊதி வளிம ஆக்கம் செய்தனர். இம்முறையின் விளை பொருளாக, கார்பன் மோனாக்சைடும், சிறிய அளவுகளில் நைட்ரஜனும், சிறிதளவு கார்பன்-டை- ஆக்சைடும் கிடைத்தன. வளிமத்தில் நைட்ரஜனின் விழுக்காடு மிகவும உயர்ந்து காணப்பட்டதால் அதன் வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு குறைந்தது (ஒரு பருமன் அடிக்கு 125 முதல் 150 பி. வெ. அ. இத னுடன் ஒப்பிடும்போது இயற்கை வளிமத்தின் வெப்ப மதிப்பு ஒரு பருமன் அடிக்கு 900 முதல் 1200 பி. வெ. அ. ஆகும்), நிலக்கரி அல்லது கோக்கி லிருந்து சில நேரங்களில் எண்ணெய்ச் செறிவுடனும் பின்னர் இயற்கை வளிமச் செறிவுடனும் நில நீர் வளிமம், காற்று வளிமக் கலப்பினைக் கொண்ட நீர் வளிமம் ஆகியன ஆக்கம் செய்யப்பட்டன. ஒரு காலத்தில் இயற்கை வளிமம் பேரளவில் கிடைத்தாலும், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளிலும் உலகின் மற்ற சில பகுதிகளிலும் குறையாத வழங்கீடு இருந்ததாலும், தயாரிக்கப்பட்ட வளிமங்கள் வேகமாக வழக்கற்றுப் போய்விட்டன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் 1940 முதல் 1970 வரையிலான இடைப்பட்ட ஆண்டுகளில் இயற்கை வளிமப் பயன் பாடு 730.|' ஆக உயரலாயிற்று. இந்த ஆண்டுகளின் போதுதான், வளிமத் தொழிற்சாலை 313 டிரில்லியன் பருமன் அடி இயற்கை வளிமத்தை ஆக்கம் செய்தது. உலகில் மற்றைய பகுதிகளில் உள் நாட்டில் இயற்கை வளிமம் கிடைக்காதபோது, நகர வளிமம் (town gas) என்றழைக்கப்படும் தயாரிக்கப்பட்ட வளிமம் பயன் படுத்தப்பட்டது. தற்போதைய நிலக்கரி வளிம மாக்கம் செய்யும் புதிய தொழில் நுட்பம் ஐரோப்பாவிலிருந்தும், இங்கிலாந்திலிருந்தும் அறி யப்பட்டதாகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் 1930 முதல் 1940 வரையிலான ஆண்டுகளில், நிலக் கரியை வளிமமாக மாற்றம் செய்யும் சில திட்டங்கள் நடைமுறைப் படுத்தப்பட்டன. இதற்கு எடுத்துக் காட்டாக மிசௌரியில், லூசியானாவில் அமைந்த, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் சுரங்கங்களுக்கான குழுவின் திட்டத்தைக் கூறலாம்.

1970 ஆம் ஆண்டில் புதிய நிலக்கரிக்கான தொழில் நுட்பத்தில் செயற்கை வளிமம் என்ற சொற்றொடருக்குப் பதிலாக மா.இ.வ. (மாற்றுஇயற் கைவளிமம் அல்லது செயற்கை இயற்கை வளிமம்

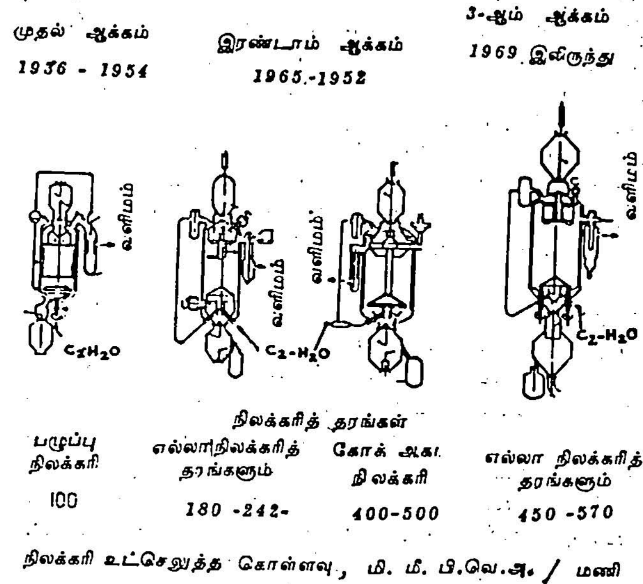
(substitute natural gas) என்ற சொற்றொடர் மிகவும் விரும்பத் தக்கது.

லூர்கி செயல் முறை (Lurgi process) டிராவி டானுலாட், ஹப்மேன் (Drawe, Danulat, Hubman) போன்ற முன்னோடிகளின் வேலை அழுத்தத்தால், ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்து நிலக்கரியை முழுமையாக வளிமமாக்கம் செய்யும் கருத்து, செயல்முறைப் படுத்தப்பட்டது. இம்முன்னோடி வேலைகள் செய்யப்பட்ட காலத்தில், வேதியியற் பொறியியலின் மற்ற துறைகளிலிருந்து, எவ்வித உதவியும் பட்டறிவும் பெறாத போது, குறிப்பிட்ட வகையான தொழில் நுட்பம் உருவாக்க வேண்டியதாயிற்று.

நிலக்கரி வளிமமாக்கத்தின் வழியாக நகர வளிமத்தை ஆக்கம் செய்யும் புதிய துறை ஜெர்மனியில் தொடங்கப்பட்டபோது, நிலக்கரியின் தரத்தை உயர்த்துவதற்கான முறைகளாக, வெப்பப் படுத்திச் சிதைத்தல், குறைந்த அழுத்தத்தில் காற்றைச் செலுத்தி வளிம ஆக்கம் செய்தல், வளிமண்டல அழுத்தத்தில் ஆக்சிஜனைச் செலுத்தி வளிமமாக்கம் செய்தல் (விங்க்லர் வளிமமாக்கி) ஆகியன உருவாகின. உயர்ந்த வேலை செய்யும் திறத்தினைக் கொண்ட வளிமமாக்கி தாழ்ந்த தரத்தினைக் கொண்ட நிலக்கரியினை முழுமையாக வளிமமாக்கம் செய்து, நகர வளிமத்தை ஆக்கம் செய்தலே முதற் பணியாக அமைந்தது. இந்த வளிமம் குறைந்த 15% மீத்தேன் அளவினைக் கொண்டிருக்க வேண்டியிருப்பதாலும், துணைவிளை பொருளான கரியினை அறவே தவிர்க்க வேண்டி இருப்பதாலும், எதிர் பாய்வின் வழியாக வளிமமாக்கம் செய்தல் ஒரே வழியாயமைந்தது. எதிர் பாய்வுக் கோட்பாட்டினைப் பயன்படுத்தும், காற்றைச் செலுத்தி வளிமம் ஆக்கம் செய்யும் முறையினை ஒரு சோதனை மாதிரி முறையாக எடுத்துக் கொண்டாலும், தற்போதுள்ள லூர்கி வளிமமாக்கியினை உருவாக்குவதற்குப் பல்வேறுபட்ட பொறியியல் துறைகளிலிருந்து இணையான முன்னேற்றங்கள் உருவாக வேண்டியதாயிற்று.

ஒரு சோதனைக் கருவியில், கடினமான வேலை செய்யும் நிலைகளில், அழுத்தத்தில் ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்தும் தொழில் நுட்பம் தற்போதைய தரத்திற்குப் படிப்படியாக உருவாக்கப்பட்டதாகும்.

நிலக்கரியையும் சாம்பலையும் அடைக்கும் அறைகள் நிலக்கரியைப் பகிர்ந்திடும் அமைப்பு, சுழலும் தித்தட்டு உலை, அழுத்தித் துடைத்துக் குளிர வைக்கும் அமைப்புப் போன்ற வளிமமாக்கியின் உறுப்புகள் முழுமையாக உருவாக்கப்பட்டு, பின்னர் அம்முறையின் மற்றைய வேதியியல், எந்திரப் பொறியியல் பண்புக் கூறுகளின் உருவாக்கத்திற்கு இணையாகப் புத்துருவாக்கப் படுகின்றன. வளிமமாக்க உருவாக்கத்தில் முதன்மையான நிலைகள் படம் 17 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. தனித் தன்மை வாய்ந்த

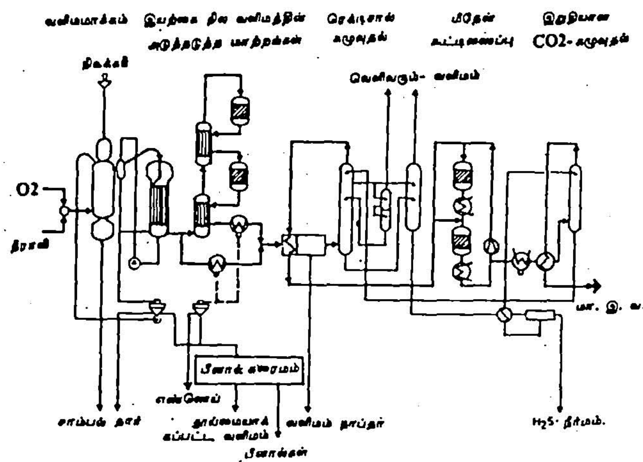


படம் 17 லூர்கி முறையில் பயன்படுத்தும் வளிமமாக்கி உருவாக்கமடைந்த நிலைகள்.

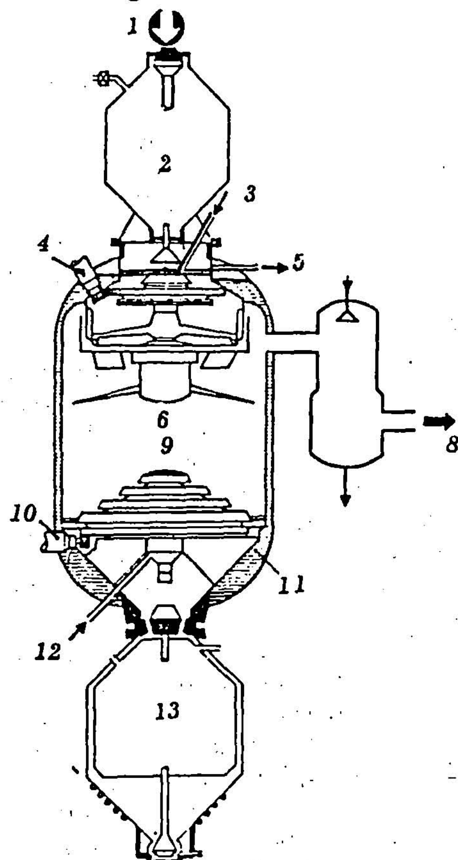
வேறுபடும் பண்பினைக் கொண்ட மூலப் பொருளாக, நிலக்கரி அமைகின்றது. இதன் பண்புகள் நிலக்கரி வளிமமாக்கி வடிவமைப்பிலும் இயங்கும் முறையிலும் கீழ்ப்பாய் உலையமைந்த தொகுதிகளில் வளிமத்தை நல்ல நிலைக்குக் கொண்டு வருவதற்கும், வளிமத்தைத் தூய்மையாக்கம் செய்வதற்கும் நல்ல விளைவினைக் கொண்டிருக்கும். வேறுபட்ட இயங்கு நிலைகளில், பல்வேறுபட்ட நிலக்கரிகளைக் கொண்டு பெற்ற பட்டறிவின் வழியாக, வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியின் இயக்கம் அறியப்பட்டது. உலகம் முழுவதிலிருந்தும் பெறப்பட்ட கோக், ஆந்திரசைட்டு, இளம் ஆந்திரசைட், துணைப்பிட்டுமன், இயல்பு நிலக்கரி, கெட்டியான நிலக்கரி போன்ற 60 தரங்களைக் கொண்ட நிலக்கரிகள் வெற்றிகரமாகச் செயல் முறைப்படுத்தப்பட்டன.

நீராவியுடன் ஆக்சிஜன் கலந்த கலவை, காற்றுடன் கார்பன்டை ஆக்சைடு கலந்த கலவை போன்ற கலவைகளைப் பரந்த எல்லையைக் கொண்ட வளிமமாக்கம் செய்யும் காரணிகளாகப் பயன்படுத்தி லூர்கி கருவி வளிமமாக்கம் செய்தது. இதனுடன் இக்கருவி, உலர்சாம்பல் நீக்கம் செய்வதற்கு ஏற்றதாயும், அவ்வாறே நீர்மக் கசடினை நீக்கம் செய்வதற்கு ஏற்றதாயும் அமைந்தது.

வளிமமாக்கம் முதன்மையான செயல்முறையாயினும் அது வளிமப் பதப்படுத்தல், வளிமத் தூய்மைப்படுத்தல், துணை விளைபொருள் பதப்படுத்தல்,



படம் 18. லூர்கி முறையில் மாற்று இயற்கை வளிமம் ஆக்கல்



படம் 19. லூர்கி அழுத்தச் செயல் முறை

1. ஊட்ட நிலக்கரி 2. நிலக்கரித்தடுப்பு 3. மறுசுழற்சித் தார் 4. செலுத்தம் 5. நீராவி 6. பகிர்ந்திடும் கருவி 7. அழுத்திது டைத்துக் குளிரவைக்கும் அமைப்பு 8. வளிமம் 9. தீத்தட்டு 10தீத்தட்டுச் செலுத்தம் 11. நீர் உறை 12. நீராவி + ஆக்சிஜன் 1|3. சாம்பல் தடுப்பு

ஆகிய செயல்முறைத்தொகுப்பில் ஓர் அலகுவினையே (unit operation) ஆகும். பேரளவில் இச்செயல்முறைகள் நிலக்கரி வகையையும் வளிமமாக்கச் செயல்முறையையும் சார்ந்தனவே. இதற்காக உருவாக்கப்பட்ட முதன்மைச் செயல்முறை படம் 18 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும், ஆக்சிஜன், மின்திறன், நீராவி, நீர் ஆகியவற்றுக்கான நிலையங்களும், கழிவுப் பொருள்களைப் பதப்படுத்தி நடுநிலைப் படுத்துவதற்கான நிலையங்களும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

நகரும் படுகையில் நிலக்கரியினைக் குறுக்குப் பாய்வின் வழியாக வளிமமாக்கம் செய்யும் செயலை லூர்கி வளிமமாக்கம் செய்யும் உலை செய்கின்றது (காண்க, படம் 19). எந்திர இயக்கமுடைய முதன்மையான கருவிகளில் அடங்குவன, நிலக்கரித் தொட்டியிலிருந்து அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டினைக் கொண்ட உலைக்கு நிலக்கரியை ஊட்டம் செய்வதற்கான தன்னியக்க முறையிலமைந்த நிலக்கரித் தடுப்பு அறை, நிலக்கரியைப் பகிர்ந்திடும் அமைப்பு இதன் வழியாக உலைப்பகுதி முழுவதும் சீரான பகிர்வீடு அமையுமாறு உலைக்குள் நிலக்கரி நுழைக்கப்படுகின்றது. கெட்டியாகும் நிலக்கரிகளைப் பதப்படுத்தும் போது பகிர்ந்திடும் அமைப்பில் அலகுகள் பொருத்தப்பட்டு அது எரிபொருள் படுகையில் சுழற்றப்படுகின்றது. சுழலும் தீத்தட்டு வளிமமாக்கம் செய்யும் காரணியைச் செலுத்திச் சாம்பலைப் பிரித்தெடுக்கின்றது. சாம்பல் தடுப்பு அறை இது அழுத்த உலையிலிருந்து சாம்பலை வெளியேற்றிச் சாம்பல் தொட்டிக்குக் கொண்டு செல்கின்றது. இங்கிருந்து நீரியலாகவோ, எந்திரத்தின் மூலமாகவோ, சாம்பல் வெளியே கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. கழுவி, கழிவு வெப்பக் கொதிகலனுக்குச் செலுத்தப்படும் முன்னர் வெப்ப இயற்கைநில எண்ணெய் வளிமம் இக்கழுவும் சாதனத்தில் குளிர்விக்கப்பட்டுக் கழுவப் பெறுகிறது என்பனவாகும்.

முதற்படியாக நிலக்கரி முன்வெப்பப்படுத்தப்பட்டு உலர்த்தப்படுகின்றது. நிலக்கரி ஈர்ப்பு விசையினால் கீழ்நோக்கி வரப்பெற்று வெப்பப்படுத்தப் படும்போது எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களின் வெளியேற்றம் தொடங்கப்படுகின்றது. 62 முதல் 760° செ. வரை வெப்பநிலைக்குள் உருவாகிய கரி வளிமமாக்கத்தின் காரணமாய் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களின் வெளியேற்றம் நிகழ்கின்றது. வெளியேறும் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் வளிம மாக்கத்தினால் உண்டாகும். வளிமங்களுடன் செயலாற்றுவது, முழு வளிமமாக்க முறையின் இயக்கத்தினைத் தீர்மானிக்கும் கூறாக அமைகின்றது. விரும்பத் தக்க வெப்பநிலை இடைவெளிகளில் 170 முதல் 871° செ. வரை வினைகளில் நல்ல செயற்பாட்டினை நிலக்கரித் துகள்கள் உண்டாக்குவதற்கான தங்கிடும் குறைந்த கால அளவு ஒரு மணி நேரம் ஆகும். பயன்படுத்தும் நிலக்கரியின்

வகையைச் சார்ந்த 371° முதல் 593° செ.வெப்பநிலை இடைவெளிக்குள், வளிமமாக்கியை விட்டு இயற்கை நிலஎண்ணெய் வளிமம் வெளியேறுகின்றது. இயற்கை நில எண்ணெய் வளிமம் தார், எண்ணெய், நாப்தா, பினால்கள், அம்மோனியா, சிறிதளவு நிலக்கரி சாம்பல், தூசு போன்ற கார்பன் ஆக்கப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த இயற்கை நில எண்ணெய், வளிமம் கழுவும் சாதனத்தின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இங்கு இச்சாதனத்தில் சுழலும் வளிமமும் நீர்மமும் இயற்கை நில எண்ணெய் வளிமத்தைக் கழுவுகின்றது.. பின்னர் நீராவியுடன் வளிமம் செறிவூட்டப் பட்டிருக்கும் வெப்பநிலைக்குக் குளிர்விக்கப்படுகின்றன உயர்ந்த கொதிநிலையைக் கொண்ட தாரின் பகுதிகள் வடிக்கப்படும்போது கழுவப்பட்ட நீரில் தார் கலந்திருக்கும். இத்தாரு டன் நிலக்கரியும் சாம்பல் தூசுகளும் கலந்திருக்கும்.

நீராவியால் செறிவூட்டமடைந்த வளிமமானது கழிவுவெப்பக் கொதிகலனுக்குச் செலுத்தப்படு கின்றது. இங்கு கழிவுவெப்பம் 160° முதல் 182° செ. வெப்பநிலைக்குள் மீட்கப்படுகின்றது. இந்தக் கொதி கலனில் வடிக்கப்பட்ட வளிமம், நீர்மம் கழுவும் சாத னத்திற்குச் செலுத்தப்படுகிறது. தேவைக்கு அதிக மான வளிம நீர்மம், தார்-வளிமம்-நீர்மம் பிரிக்கும் அமைப்பின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. சிதைப் பதற்காகவும் வளிமமாக்கத்திற்காகவும் தார், தூசு சேர்ந்த கலவை வளிமமாக்கியை வந்தடைகின்றது.

வளிமமாக்கியில் ஊட்டப்பட்ட 86% அளவு நிலக் கரி வளிமமாக்கப் படுகின்றது. மீதி 14% அளவு பெரும் பாலும் கார்பன் ஆகஇருக்கின்றது. இந்தக்கார்பனும் எரியும் பகுதியில் ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்து எரிக்கப் படுகின்றது. இவ்வாறாகக்கார்பனுடைய உள்ளுறை வெப்பம் உணர்வெப்பமாக மாற்றப்படுகின்றது. இவ்வுணர்வெப்பமும் நிலக்கரிக்கு எதிராக அமையும் மேற்புறப்பாய்வில் செல்லும் வளிமமாக்கம் செய்யும் காரணிக்கு மாற்றப் படுகின்றது. இத்தகைய தொழில் நுட்பத்தின் வாயிலாக நிலக்கரியை முழு மையாக வளிமமாக்கம் செய்ய இயலும். சாம்பலில் தள்ளிக்கழிக்கத்தக்க அளவிலான எரியாத கார்பனே தங்குகின்றது. இம்முறையில், சாம்பலின் உணர்வெப் பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

வினைகள் நடைபெறுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தை வழங்கும் முறை ஒரு முக்கிய கூறாக இதில் அமைகின்றது. இக்கூறு, அம் முறைக்கும் அதன் பொருளாதார முக்கியத்துவத்திற்கும் முடிவான விளை வினைக் கொண்டிருக்கும். வளிமமாக்கம் செய்தல் உயர்ந்த வெப்பத்தை உட்கவரும் முறையாகும். எனவே வெப்பத் தேவைகளைக் கீழ்க்கண்ட நான்குவழி களில் பெறலாம். அவை, ஆக்கிஜனுடன் பகுதி அள வில் எரிவித்து நேரடியாகப் பெறல், வெப்பம் வெளி விடும் வேதியியல் வினைகளை ஒன்று சேர்த்து வெப் பத்தை நேரடியாகப் பெறல், குழாய் வடிவ மாற்றிய மைக்கும் அமைப்புகள் அல்லது கோக் அடுப்பு முறை களைப் போன்ற முறைகளைப் பயன்படுத்தி மறை முகமாக வெப்பத்தைப் பெறல், மின் வெப்ப முறை வெப்பம் அல்லது அணுக்கரு வெப்பம் வழியாக மறைமுகமான வெப்பம் பெறல், வெப்பத்தைக் கொண்டு செல்பவை வழியாக நேரடியான வெப்பம் பெறல் என்பனவாகும். இவ்வெப்பம் வழங் குபவை தனியாக வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றன. மறு சுழற்சிக்குப் பயன்படுத்தப்படும் சாம்பல் திண் மத் துகள்கள் உருகிய உப்புகள் பிற பொருட்கள் ஆகியன தேவையான வினைப்படும் வெப்பநிலையில் நீர்மமாகவே உள்ளன. எல்லா முறைகளும் செயல் முறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன அல்லது கருத்து வடி வான முறையில் காணப்படுகின்றன.

லூர்கி அழுத்த வளிமமாக்கத்தில் ஆக்சிஜனுடன் பகுதியளவில் எரிதல் நிகழ்கின்றது. நீராவி-ஆக்சிஜன் கலவையுடன் வளிமம் ஆக்கப்படாத கார்பன் பகுதியளவில் எரிக்கப்படும்போது உயர் வெப்ப நிலையில் நீராவி கார்பன் டை ஆக்சைடு கலவையினைப் பெறலாம். இக்கலவை வளிமமாக்கக் காரணியாகப் பயன்படுகிறது.

வளிமமாக்க இடையீட்டுப் பொருளின் நீராவி-ஆக்சிஜன் விகிதம் எரியும் பகுதியில் வெப்ப நிலை யைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இவ்விகிதத்தைத் தக்கவாறு சரிசெய்து, எரிதலின்போது, சாம்பலை உருகாதிருக்கச் செய்யலாம்; வெப்பநிலையைத் தேவையான அளவிற்கு உயர்த்தி நிலக்கரியின் முழுமையான வளிமமாக்கத்தை உறுதியாக்கலாம். எரியும் பகுதியில் வளிமமாக்கத்திற்கான வினைகள் தொடங்குவதால் வளிம வெப்பநிலை பேரளவில் குறைகின்றது. மேலும் எரியும் பகுதி குறுகலாக உள்ளது. இப்பகுதியின் உயரம் நிலக்கரித் துகளின் விட்டத்தைப்போல் 5 இலிருந்து 10 மடங்கு வரை யில் இருப்பதன் பொருள் யாதெனில், இப்பகுதியில் நிலக்கரித்துகள் தங்கக் கூடிய கால அளவும் எரியும் பகுதியில் சாம்பல் தங்கும் அளவும் குறைவு என்ப தாகும். இத் தங்கும் கால அளவு, சாம்பல் உட்பொருளையும் வளிமமாக்கத் திறனையும் நிலக் கரித் துகளின் உருவ அளவையும் வினைப்படும் தன்மையையும் கரியினையும் சார்ந்ததாகும். தங்கும் கால அளவு பொதுவாக 3 முதல் 10 மணித் துளிகள் வரையிலாகும். உயர் வெப்பநிலைப்பகுதியில் சாம் பலின் குறைந்த தங்கும் கால அளவு போதுமான தாய் இல்லாததால் சாம்பல் வளிம வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப் படுவதில்லை.

வளிமக்கலவைக்கு நீராவி ஆக்சிஜன் விகிதம் மிக்க விளைவினைக் கொண்டிருக்கும். வளிம அளவு நிலக்கரியின் தரத்தைச் சார்ந்திருக்கும்.

ஆனால் இந்த அளவு வளிமமாக்கக் காரணியின் கலப்பு வேறுபாட்டினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இருப்பினும் விகிதம் கீழ்க்கண்டவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. அவை, நிலக்கரியின் பண்புகள் வளிமமாக்கக் காரணியான நீராவி, ஆக்சிஜன் விகிதம் என்பனவாகும்.

வளிமமாக்கத்தின் தன்மையினை வரையறுக்கும் நிலக்கரியின் பண்பாக அமைவது அதன் வினைப்படும் தன்மையாகும். வினைப்படும் தன்மை உயரும் போது தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில் வினைகள் நிகழ்கின்றன. குறைந்த வினைப்படும் வெப்பநிலைகளில் மீத்தேன் உருவாவதற்கு வழி ஏற்படுகிறது. வெப்பத்தை வெளிவிடும் மீத்தேன் வினையின் காரணமாக மற்ற வளிமமாக்க வினைகள் உண்டாவதற்கு வழி ஏற்படுகின்றது. வினைகள் முடிவுறுவதற்கான தாழ்ந்த இறுதியான வினைப்படும் வெப்பநிலைகளில் வளிமமாக்கக் காரணியின் உயர்ந்த அளவு உணர்வெப்பம் உள்ளுறை வெப்பமாக மாற்றம் செய்யப் பெறுகின்றது. அதாவது ஒரு பருமன் அடி வளிமமாக்கக் காரணிக்கு அதிக அளவுள்ள நிலக்கரி வளிமமாக்கப்படுகின்றது.

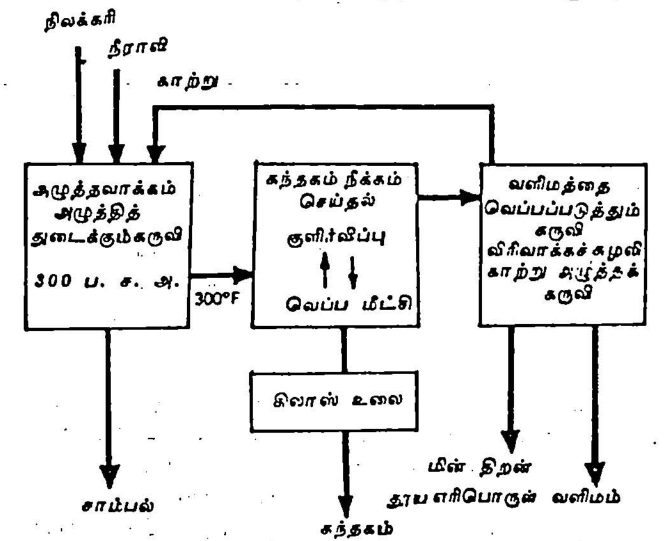
சுழியை நெருங்கும் வினைப்படும் வீதத்தினை அடையும் இறுதியான வினைப்படும் வெப்பநிலைகள் அட்டவணையில் கீழே உள்ளன.

அட்டவணை 13. நிலக்கரி வகைகளின் இறுதி வினைப் படும் வெப்பநிலை

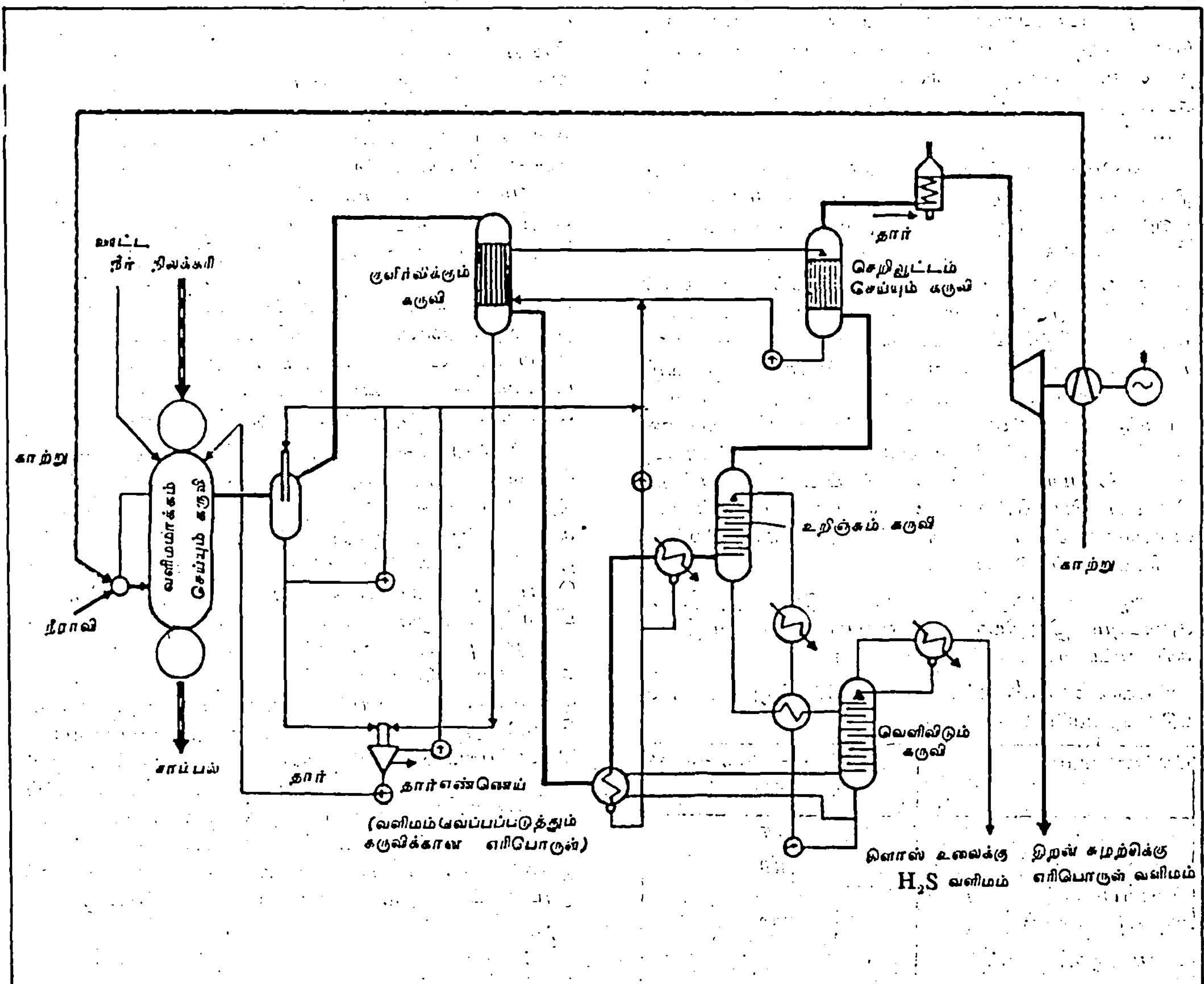
நிலக்கரி வகை	இறுதியான வினைப்படும் வெப்பநிலை
	°செ
பழுப்பு நிலக்கரி	649
துணைப்பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி	732
இளம் ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரி	788
கோக்	384

பேரளவில் மாசுறும் பொருள்கள் இருப்பதாலும், இம்மாசுப் பொருள்கள் பல்வேறுபட்டிருப்பதாலும் தொகுப்பு முறைகளுக்குத் தேவையான தூய்மையின் தரத்திற்கு நிலக்கரி வளிமமாக்கத்திலிருந்து தூய்மையான வளிமத்தைப் பெறுதல் அரிதாகும். இந்த நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு ரெக்டிசால் முறை உருவாக்கப்பட்டது. இம்முறையானது இயற்பியலாக வளிமத்தை உட்கவரும் முறையாக அமைந்தது. இம்முறை 1° செ. முதல் 62° செ. வரையுள்ள இடைப்பட்ட தாழ்வெப்பநிலைகளில் கரிமக் கரைப்பான்களை, அதிலும் குறிப்பாக, மெத்தனாலைப் பயன்படுத்துகின்றது. இம்முறையில் தட்டுக்களைக் கொண்ட உட்கவரும் கலத்தில் உள்ள கரைப்பானுடன் எதிர்ப்பாய்வில் இயற்கை நிலஎண்ணெய் வளிமத்துடன் தொடர்புகொள்ளும். மேலும் வெளிவரச் செய்யும் கலத்திலிருந்து வேகப் பாய்வினாலும் அதனை அடுத்த முறையான எளிதில் ஆவியாகும் பொருளை நீக்கியும் அல்லது மீளக் கொதிக்க வைத்தும் செலவழிக்கப்பட்ட கரைப்பான் மீள் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. இதனை மீண்டும் உட்கவரும் கலத்தின் உச்சியில் மறுசுழற்சிக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ரெக்டிசால் நிலையத்திலிருந்து பெறப்பட்ட தொகுத்த வளிமத்தில் மற்றும் ஆகியன அடங்கும். பல நிலையான வினைப்படும் அமைப்புகளைத் தொடராகக் கொண்டும், கழிவு வெப்பத்தை நீக்குவதற்குமான அமைப்பினைக் கொண்டது. பல குளிர்விப்பு வகை சார்ந்த உலை அமைப்பில் வினையூக்கவைத்த வினையின் வாயிலாக இத் தொகுத்த வளிமங்கள் மீத்தேனாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது.

நிலக்கரி வளிமமாக்கியில் வெளியேறும் வளிமம் பேரளவு நீராவியைக் கொண்டிருக்கும். இந்த நீராவி இதனை அடுத்த நிலைகளில் குளிர்ந்து ஆவி சுருங்குகின்றது. இதன் விளைபொருளான வளிம நீர்மம் நிலக்கரியாக்கப் பொருட்களுடன் தொடர்பு கொண்டதனால் நீரிலும், குறிப்பாக பீனால்களுடனும் அம்மோனியாவுடனும் மற்ற கொழுப்பு மிக்க அமிலங்களுடனும் கரையத் தக்க கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும். பீனோ சால்வான் முறை பீனால்களையும் அமோனியாவையும் நீக்கம் செய்கின்றது. இதனால் விளைந்த தூய்மையான வெளியேறும் பொருள் ஒருமில்லியன் அளவில் 20பகுதிகளுக்கும் குறைவான பீனால்களைக் கொண்டும் ஒரு மில்லியன் அளவில் 60 பகுதிகளுக்கும் குறைவான கட்டற்ற அம்மோனியாவைக் கொண்டும் இருக்கும். இவ்வெளியேறும் பொருள் உயிரியல் சார்ந்த நீர்த் தூய்மைப்படுத்தும் நிலையத்தில் செயல்முறைப்



படம் 20. தூய எரிபொருள் வளிமமாக்கக் கருத்து



படம் 21. தூய எரிபொருள் வளிம மாக்கக் கருத்திற்கான பாய்வுவரை படம்

படுத்தடுகின்றது. இதன்காரணமாக இறுதியான நிலைய வெளியேறும் பொருள் கழிவு நீர் வெளியேற்றத்திற்கான கட்டுப்பாடுகளைச் சந்திப்பதற்கேற்றதாய் அமைகிறது. அலலது இக்கழிவு நீரினைப் பதப்படுத்தாத நீராகப் பயன்படுத்தலாம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட முறைக்குத் துணையாக ஆக்சிஜன் நிலையம் தேவையாகின்றது. மேலும் இம் முறைக்கான தொகுதிகளுக்குத் துணையாக நீராவி, மின் திறன் நிலையங்களும் பல பயன்படுத்தும் நிலையங்களும் தேவையாகின்றன. முழுதும் தன் தேவையை நிறைவுசெய்யும் நிலையத்தின் திறமை 68 முதல் 70% வரையில் அமையும். இது நிலக்கரியின் பண்புகளையும், நிலையத்தின் ஒட்டுமொத்தமான படிவமைப்பினையும் பெரிதும் சார்ந்திருக்கும்.

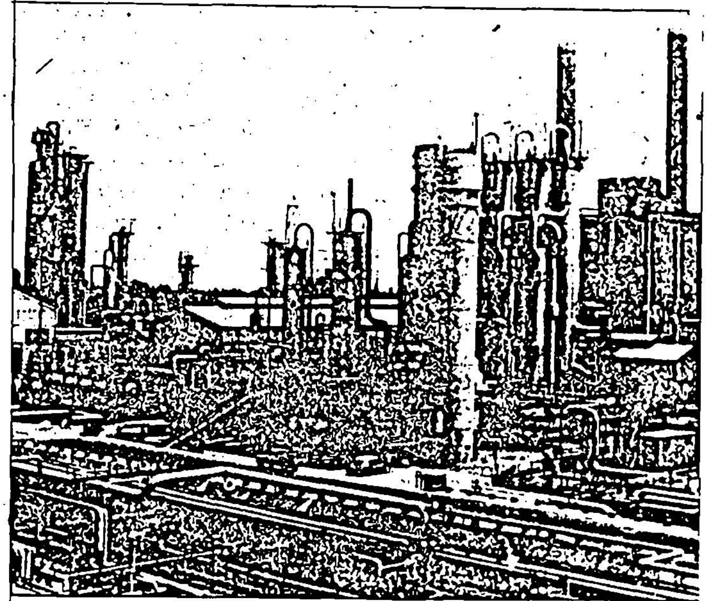
படம் 20 இல் காட்டியுள்ளவாறு, கூடுதலான கூறுகளுடன் மேற்கூறப்பட்ட வளிமமாக்கம் செய்யும் முறையினை இணைத்திடலாம். இவ்வாறு அமைத்து, தூய எரிபொருள் வளிம முறையினை அடையலாம். 427° செ. வெப்பநிலையில் வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியிலிருந்து வெளியேறும் வளிமம் கழிவும் சாதனத்தில் தூய்மையாக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு தூய்மையாக்கப்பட்ட வளிமத் தரம் அதனை வளிமப்

படுத்துவதற்கு ஏற்றதாய் அமைகிறது. 160° செ. வெப்பநிலையில், நீராவியுடன் இவ்வளிமம் செறிவூட்டம் பெறுகின்றது. வெளியேற்றம் செய்வதற்கான பிரச்சினைகளைக் குறைப்பதற்குச் சாம்பல்துகள் வடிவில் எடுக்கப்படுகின்றது. வளிமமாக்கம் செய்யும் முறையின் வெப்பத் திறன் உயர்ந்து காணப்படுகின்றது. 90%க்கும் அதிகமான நிலக்கரியின் உள்ளுறை வெப்பம் மீட்கப்படுகின்றது. வளிமமாக்கத்தின் போதும் விளைந்த வளிமத்தைக் குளிர்விக்கும் போதும், நிலைத்த அழுத்தத்தில் பருமன் அளவு உயர்வு தோன்றுகின்றது. இவ்விளைவு, இதனை அடுத்த வளிமச் சுழலி முறைகளில் பயன்படுத்த உதவுகின்றது (காண்க, படம் 21).

வெப்பத்தை மீட்கும் அமைப்பில் வளிமத்தைக் குளிர வைத்த பின்னர் வணிகமுறையில் கிடைக்கப் பெறும் உட்கவர்தல் முறைகளைப் பயன்படுத்தி ஹைட்ரஜன் சல்பைடினை நீக்கம் செய்யலாம். இதுவே கந்தக நீக்கம் செய்வதற்கான நல்லதொரு அணுகுமுறையாகும். ஏனெனில் கந்தகச் சேர்மங்கள், அழுத்தப்பட்ட வளிமத்தில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடாகத் தோன்றுகின்றன. அவை வளிமண்டில அழுத்தத்தில் சல்பர்-டை-ஆக்சைடாகத் தோன்றுவதில்லை. இவ்வாறு நீக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வளிமம் கிளாஸ் உலையில் தனிமக் கந்தகமாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. ஹைட்ரஜன் சல்பைட் நீக்கத்திற்குத் தேவையான திறன், வளிமத்தின் உணர்வெப்பத்தினால் வழங்கப்படுகின்றது. இதன் விளைவாகத் தூய எரிபொருள் வளிமம் 16 kscm அழுத்தத்தில் கிடைக்கின்றது. இதனை நீராவிக் கொதி கலன்களுக்கும், மேம்படுத்தப்பட்ட திறன் சுழற்சிகளுக்கும் உலைகளுக்கும் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

1950 ஆம் ஆண்டின் நடுவில் தென் ஆப்பிரிக்கக் குடியரசின் சாசல்பர்கில் அமைந்த தென் ஆப்பிரிக்க நாட்டிற்கான நிலக்கரி, எண்ணெய், வளிமக் கழக நிறுவனம் உள் நாட்டில் கிடைத்த நிலக்கரிகளின் தொடர்பாக லூர்கி முறையைப் பயன்படுத்தியது. தென் ஆப்ரிக்கா மிக்க அளவிலான கனிமப் பொருள்களைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. ஆனால் இன்று வரை செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் முதன்மையான எண்ணெய்ப் படிவுகள் இருப்பதற்கான அறிகுறி ஏதும் தென்படவில்லை. இவ்வாறாக 1920 ஆம் ஆண்டின் நடுவிலேயே நிலக்கரியிலிருந்து ஹைட்ரோக்கார்பன்களை ஆக்கம் செய்யும் இயலத்தக்க தன்மை மீது தென் ஆப்பிரிக்க அறிவியல் அறிஞர்களும் பொருளாதார வல்லுநர்களும் ஆர்வம்கொண்டனர். நிலக்கரி ஆக்கமும், அதனைச் செயல் முறைப்படுத்தலும் ஓர் ஆண்டிற்கு 5 மில்லியன் டன்கள் அளவில் அமைகின்றன. நிலக்கரி குறைந்த தரத்தினைக் கொண்டதாயும், அதனுடைய இயல்பான சாம்பல் அளவு 35% அளவினைத் தாண்டக் கூடியதாயும், அதனுடைய சராசரி கலோரி மதிப்பு 8300 பி. வெ. அ/ பவுண்டு கொண்டிருப்பதாயும் அமைகின்றது. நிலக்கரிப் படுகையின் உள்அமைந்த நிலக்கரிவளங்கள் 1 மில்லியன் டன்கள் அளவில் இருக்கும், சாசல் நிலையத்தில் நிலக்கரியிலிருந்து பல டன்கள் அளவில் உண்டாக்கப்பட்ட பொருள்கள் எரிபொருள் வளிமம், புரோப்பேன்/புரோப்பைலீன் பூட்டேன்/பூட்டைலீன்; பெட்ரோல், ஓலிஃபின்கள், எடைகுறைந்த உலை எண்ணெய், மெழுகு எண்ணெய், மிருதுவான, இடைப்பட்ட மற்றும் கடின மெழுகுகள் மீத்தேனால், ஈத்தேனால், புரோப்பேனால், பூட்டேனால், பென்ட்டேனால், அசெட்டோன். மெத்தில் எத்தில் கீட்டோன் ஆகியன. ஹைட்ரோக்கார்பன் வேதியியற் பொருள்களை ஆக்கம் செய்வதற்குத் தொடக்க நிலக்கரி வளிமமாக்க முறைக்குப் பின்னர் கூடுதலான முறைகள் தேவையாகின்றன. சரியான உண்மையாதெனில் இப்பொருள்கள் யாவும் அடிப்படை மூலப் பொருளான நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்பட்ட தென்பதாகும். மொத்த சாசல் அமைப்பின் ஒரு பகுதியான மேற்கூறப்பட்ட ரெக்டிசால் தொகுதி படம் 22 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. புதிய நிலக்கரித் தொழில் நுட்பத்தில் இயங்கும் இப்பெரிய அமைப்பு, மிகவும் முன்னேற்றமடைந்த நிலையில் உள்ளது.

பல நிலக்கரித்தொழில் நுட்பத் திட்டங்கள். 1970 ஆம் ஆண்டின் மத்தியில், மேலே கூறப்பட்ட லூர்கி



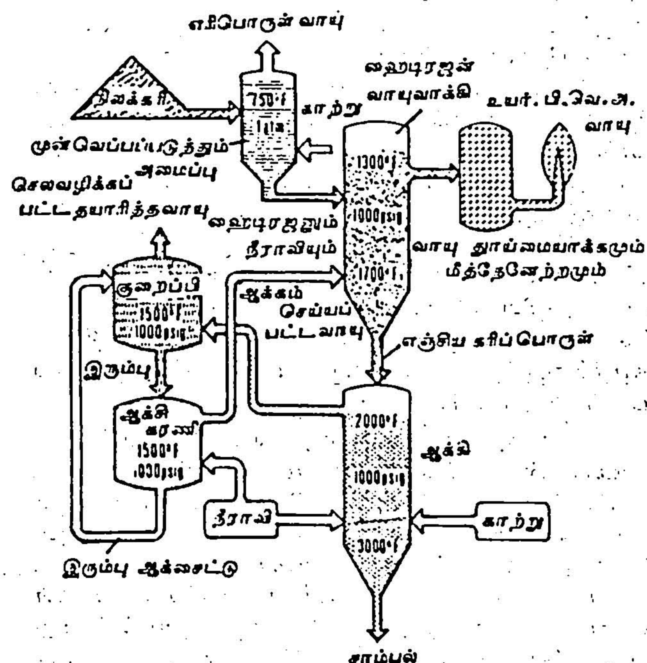
படம் 22. தென் ஆப்பிரிக்கக் குடியரசின் சாசல் பர்கிலமைந்த நிலக்கரி வளிமமாக்க நிலையத்திலமைந்த ரெக்டிசால் (வளிமத்தூய்மையாக்கும்) பகுதி

முறையுடன் கூடப் பல நிலைகளில் உருவாக்க நிலையிலமைந்த 20 இற்கும் மேற்பட்ட நிலக்கரி மாற்றம் செய்விக்கும் முறைகள் இருந்தன. ஒவ்வொரு முறையும் பொருளாதாரச்சுற்றுப்புறச் சூழல்சார்ந்த நன்மையையும் தீமையையும் தன்னகத்தே கொண்டிருந்தது. உள்வரப்பெறும் நிலக்கரியின் தன்மையைச் சார்ந்து அதனை மாற்றம் செய்விக்கும் சில முறைகள் எளிமையாய் இருந்தன. மற்றும் சில முறைகளில் உள்வரப் பெறும் நிலக்கரியின் தன்மைகள் குறுகிய வேறுபாட்டுக்குள் அமைய வேண்டியிருந்தன. சில முறைகள் உயர் பி.வெ.அ. வளிமத்தினை (குழாய் வழிக் கன வளிமப் பண்பு) ஆக்கம் செய்வதற்கென்று அமைந்தன. சில முறைகள் இணைந்த சுழற்சிக்கான திறன்நிலையங்களில் இயக்குவதற்கென்றே வடிவமைக்கப்பட்டன. மற்றும் சில முறைகள் மிகவும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட செயற்பாடுகளுக்காகத்தாம் பி.வெ.அ வளிமத்தை ஆக்கம் செய்தன அல்லது வளிமத்தின் கீழ்ப்பாய்வில் அமைந்த முறைகளில் வளிமத் தரத்தை உயர்த்தப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

ஹைகேஸ் நிலக்கரி வளிமமாக்க முறை. 1944ஆம் ஆண்டில் வளிமத் தொழில் நுட்பக் கழகம் தொடங்கிய வளிமமாக்கம் செய்யும் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் இம்முறை அமைகின்றது. 1950 ஆம் ஆண்டின் நடுவில் குழாய் வழிச் செலுத்தத்திற்கான செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட வளிமத்தை உருவாக்கும் வளிமமாக்கம் செய்யும் இருமுறைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. அவையாவன,–ஆக்சிஜனுடனும் நீராவியுடனும், தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை மிதக்கவிட்டு வளிமமாக்கம் செய்து, கார்பன் மோனாக்சைடும், ஹைட்ரஜனும் சேர்ந்த கலவையினை (செயற்கை வாயு) ஆக்கம் செய்தல் இவ்வாறு பின்னர் மீத்தேனேற்றம் செய்யப்படுகிறது, நீர்மமாக்கப்பட்ட படுகையில் உயர்த்தப்பட்ட வெப்ப நிலையிலும் அழுத்தத்திலும், நிலக்கரியை நேரடியாக ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தல் என்பனவாகும். இவ்விரு கோட்பாடுகளிலும் உருவாக்கப்பட்ட கருத்துக்களைக் கொண்டதாய் ஹைகோல்முறை அமைகின்றது.

நீர்மவளிமமாக்கம் உலையில் உயர் வெப்ப நிலையையும் 649 முதல் 927° செ. வரை உயர் அழுத்தத்தையும், (67 kscm) பயன்படுத்தி உச்ச அளவில் மீத்தேனை நேரடியான ஆக்கம் செய்யத்தக்க தற்போதைய முறை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இம்முறைக்கான ஊட்டப் பொருளாகக் கெட்டியாகும் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிகளும் கெட்டியாகாத பழுப்பு நிலக்கரியும், துணைப்பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிகளும் பயன்படுத்தலாம். எண்ணெயுடன் நொறுக்கப்பட்ட நிலக்கரியைக் கலந்த நீர்மக் கலவை வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவிக்கு ஊட்டப்படுகின்றது. இங்கு ஹைடிரஜன் நிரம்பிய சூழ்நிலையில், இறுதியான வளிமப்பொருள் தேவைக்காக மூன்றில் இரண்டு பங்கு மீத்தேன் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. நீர்மவளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியில் ஆக்கப்பட்ட வளிமம் தூய்மையாக்கப்பட்டு, வினையூக்க வைத்த மீத்தேனேற்றத்தினால் குழாய்வழியாகச் செலுத்தக் கூடிய தரத்திற்கு உயர்த்தப்படுகின்றது. நீர்ம வளிமமாக்கப்பட்ட கரிப்பொருள் ஹைட்ரஜன் ஆக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நிலக்கரிக் கரிப்பொருளிலிருந்து, ஹைட்ரஜன் ஆக்கம் செய்விக்க மூன்று முறைகள் ஆய்வு செய்யப்பட்டு வருகின்றன. அவையாவன, நீராவி ஆக்சிஜன் முறை, நீராவி இரும்பு முறை, மின் வெப்பு அமைப்புகள் என்பனவாகும்.

படம் 23 இல், ஹைட்ரஜன் நிறைந்த வளிமத்தை ஆக்கம் செய்ய நீராவி இரும்பு அமைப்பினைப் பயன்படுத்தும் ஹைகேஸ் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.



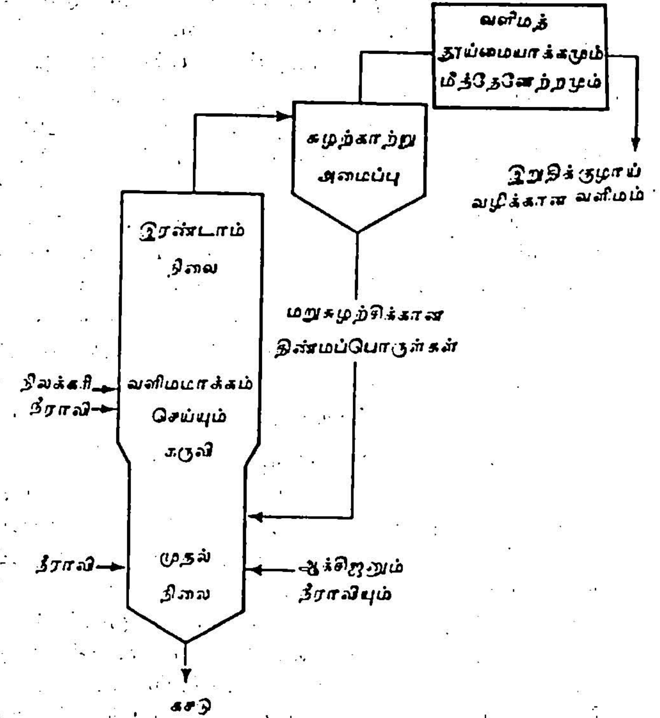
படம் 23. ஹைட்ரஜன் மிக்க வளிமத்தை ஆக்கம் செய்ய நீராவி - இரும்பு அமைப்பைப் பயன்படுத்தும் ஹை-கேஸ் முறை

ஹைகேஸ் முறை. அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் உள்நாட்டுத் துறையின் நிலக்கரி ஆராய்ச்சிக்கான அலுவலகத்தின் உதவியுடன், பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி ஆராய்ச்சி நிறுவனம் நிலக்கரியை மூலப் பொருளாகப் பயன்படுத்தி உயர் பி.வெ.அ. உள்ள குழாய்வழிச் செலுத்தத்திற்கான வளிமத்தினைத்

தயாரிக்கும் முறையை உருவாக்க முற்பட்டுள்ளது. பைகேஸ் முறையின் முக்கியப் பகுதியாக அமைவது இரு நிலை வளிமமாக்கக் கருவியாகும். இதனைப் படம் 24 இல் காணலாம். இம்முறையில மைந்த பாய்வில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி (70% 200 சல்லடை) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. 70 முதல் 100 வளிமண்டல அழுத்த இடைவெளியில் வளிமமாக்கக் கருவியின் மேற்பகுதியில் இரண்டாம் நிலை புதிய நிலக்கரியும், நீராவியும் செலுத்தப்படுகின்றன. இரண்டாம் நிலையில் கீழ்ப்பிரிவில் (நிலை1) உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பமான செயற்கை வளிமப்பாய்வு மேலெழும் போது நிலக்கரி அதனுடன் தொடர்பு கொள்கின்றது. இப்போது பகுதி அளவில் மீத்தேனாக மாற்றப்படுவதுடன் அதிக அளவில் செயற்கை வளிமமும் உண்டாக்கப்படுகிறது. பதப்படுத்தாத வளிமப் பொருளுடன் இணைந்த எஞ்சிய கரிப்பொருள் மேலே வெளியேற்றப்பட்டு, வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியைவிட்டுச் செல்கின்றது. வளிமப் பாய்வினுள்ளபொருளிலிருந்து கரிப்பொருள் பிரிக்கப்பட்டு, வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியின் முதல் நிலைக்கு மீள்சுழற்சிக்காதப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

முதல் நிலையில் ஆக்சிஜனுடன் கசடு உருவாகும் நிலையில், கரிப்பொருள் முழுமையாக வளிமமாக்கப்பட்டு, செயற்கை வளிமத்தை ஆக்கம் செய்வதுடன் இரண்டாம் நிலையில் புதிய நிலக்கரியினைப் பகுதி அளவில் வளிமமாக்கம் செய்வதற்குத் தேவையான வெப்பத்தையும் வழங்குகின்றது. இரண்டாம நிலையில் பதப்படுத்தாத வளிமம் கரிப்பொருளமைந்த சுழற்காற்று உலையை விட்டுச் சென்று, நீரால் கழுவப் பெறும் கலத்தின் வழியாகச் செல்கின்றது. இங்கு வளிமம் மேலும் குளிர் விக்கப்பட்டுத் தூசுகள் நீக்கப்பகின்றன. கீழ்நோக்கிய பாய்விலமைந்த அடுத்தடுத்த மாற்றம் செய்விப்பதற்குத் தேவையான ஈரத்தை மட்டும் வழங்குவதற்கு ஏற்றவாறு இக்கழுவப் பெறும் கலம் இயக்கப்படுகின்றது.

மீத்தேனேற்றம் செய்யும் முறை நீங்கலாக, இம்முறையின் மீதமுள்ள நிலைகள் வணிக இயக்கத்திற்குரியவை போன்றவையாகும். தூய்மையாக்கப்பட்ட பதப்படுத்தாத வளிமத்தைப் பகுதியளவில் மாற்றி சரியான ஹைட்ரஜன், கார்பன் மோனாக்சைட் விகிதத்தை வழங்க வகைசெய்யப்படுகின்றது. செலக்சால் தொகுதியில் முழுமையான வளிமப் பாய்வில், ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடும், கார்பன் டை ஆக்சைடும் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இதன் பின்னர் கிளாஸ் தொகுதியில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, கந்தகப் பொருளாக மாற்றம் செய்விக்கப்படுகின்றது. எப்படி இருப்பினும் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடினை நீக்கம் செய்த பின்னர் கார்பன் டை ஆக்சைடினைக்



படம் 24 பை கேஸ் முறைக்கான மிகை - அழுத்த வாயுவாக்கக் கருவியின் இரண்டாம் நிலைக்கான எளிமையாக்கபட்ட பாய்வு வரைபடம்

கொண்ட பதப்படுத்தாத வளிமத்தைப் பகுதியளவிலோ முழுமையாகவோ மீதேனேற்றத் தொகுதிக்குப் பக்க வழியில் செலுத்துவதற்கு வகை செய்யப்பட்டுள்ளது. முன்னோடி நிலையத்தில் நீரால் குளிர்விக்கப்படும் குழாய்கள் இணைந்த வடிவமைப்புடைய, நீர்மமாக்கப்பட்ட படுகையினைக் கொண்ட, வினையூக்கவைத்து மீத்தேனேற்றம் செய்யும் அமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. முன்னோடி நிலையத்தின் மீத்தேன் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட வளிமம் செலக்சால் தொகுதியில் உயர் பி. வெ. அ. இனைக் கொண்ட குழாய் வழிக்கேற்ற வளிமமாக்கக் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீக்கம் செய்யும் இறுதியான செயல்முறைக்கு உட்படுத்தப்படும்.

1973 ஆம் ஆண்டு மே திங்களில் நீர்மமாக்கப்பட்ட படுகையில் வினையூக்க வைத்து மீத்தேனேற்றம் செய்யும் ஆய்விற்கு, அம்முறையைக் கையாளும் தொகுதிக்கும் சாதனத்தை உருவாக்கும் தொகுதிக்குமான வடிவமைப்பும் கட்டுமானமும், முடிவுற்றன.

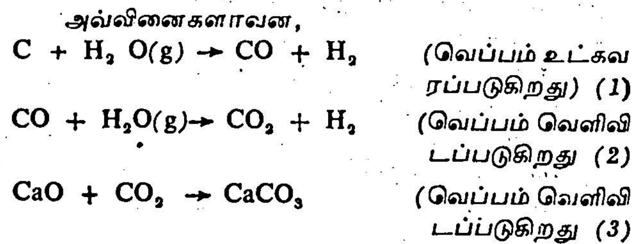
பழுப்பு நிலக்கரியிலிருந்தோ துணைப்

பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியிலிருந்தோ குழாய் வழிக்கான வளிமத்தை ஆக்கம் செய்வதே இம்முறையின் குறிக்கோளாகும். 1974 ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்ட பகுதிவரை, இம்முறை முன்னோடி நிலை நிலையிலேயே இருந்தது. இதற்கான நிலையம் தெற்கு டக்கோட்டாவில் ரேபிட் நகரத்தில் அமைந்து நிலையத்தில் ஒரு - நாளைக்கு 40 டன் வரையில் நிலக்கரி பயன்படுத்தப்பட்டது. நிலக்கரி ஆராய்ச்சிக்கான அலுவலகத்தின் பகுதியளவிலேயான உதவியுடன் கோனக்கோ நிலக்கரி உருவாக்கம் செய்யும் நிறுவனத்தில் ஆய்வுக்கூட வேலைகள் செய்யப்பட்டன. தொடக்கக் காலத்தில் தொடர்ந்து இயங்கிய தொகுதி 1066° செ. வெப்ப நிலையிலும் 20 வளிமண்டில அழுத்தத்திலும் வேலை செய்தது.

பழுப்பு நிலக்கரி அல்லது துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி போன்ற கரித்தன்மையுள்ள ஊட்டப் பொருள் தடுப்பினைக் கொண்ட துள்ளும் அமைப்புகளிலிருந்து வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவிக்கு ஊட்டப்படுகின்றது. இங்கு இக்கருவியில் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் நீக்கப்பட்ட பின்னர் 16° முதல் 843° செ. வரையுள்ள வெப்பநிலையில் வளிமமாக்கப்படுகின்றது. வளிமமாக்கியின் நீர்மமாக்கப்பட்ட படுகையின் அடிப்புறத்தில் இவ்வூட்டப் பொருள் செலுத்தப் படுகின்றது. இங்கு நிலக்கரியின் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் சிதைப்பதற்கு அவ்வாவியினைத் தக்க வைக்கத் தேவையான போதிய கால அளவு தரப்படுகின்றது. 35% அளவு நிலக்கரிக் கார்பனைக் கொண்டுள்ள எளிதில் ஆவியாகும் தன்மை வாய்ந்த ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் மீத்தேனாகவும், கார்பன் மோனாக்சைடாகவும், கார்பன் டை ஆக்சைடாகவும், ஹைட்ரஜனாகவும் மாற்றம் செய்யப்படுகின்றன. எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களை நீக்கம் செய்தல் பெரும்பாலும் வெப்பச் சமநிலையில் நிகழும்.

எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையுடைய பொருள்கள் நீக்கம் செய்யப்பட்ட கரிப் பொருளானது நீராவியுடன் நீர்மப்படுத்தப்பட்டு, கரிக் கார்பனுடன் வினை புரிய வைக்கப்பட்டு அவ்வினையினால் கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன், மீத்தேன் போன்ற வளிமங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

அவ்வினைகளாவன,

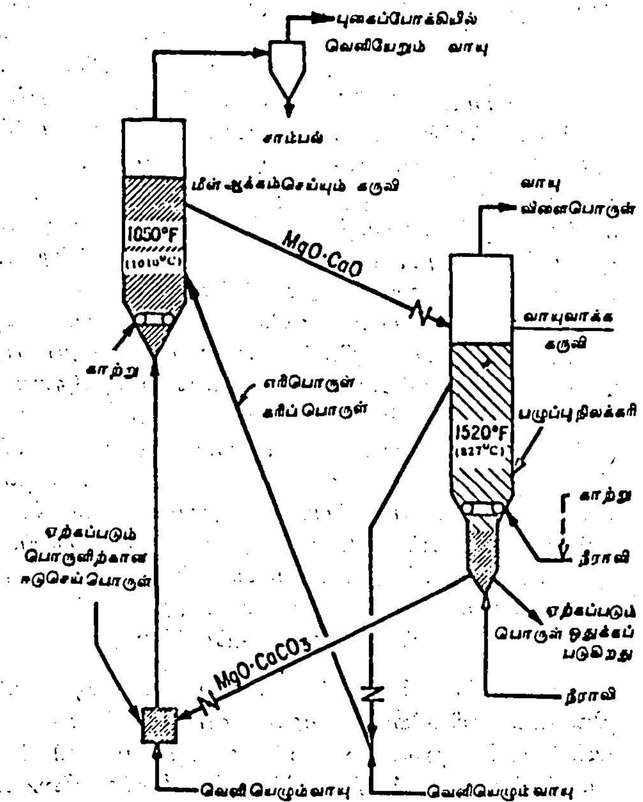


$C + H_2O(g) \rightarrow CO + H_2$ (வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது) (1)

$CO + H_2O(g) \rightarrow CO_2 + H_2$ (வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது) (2)

$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$ (வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது) (3)

நீர் வளிமத்தின் அடுத்தடுத்த வினையினால் கார்பன் டை ஆக்சைடு தோன்றுகிறது. ஏற்கும் பொருள்



படம் 25 ஏற்பு முறையில் மீள் ஆக்கம் செய்யும் கருவியும், வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

என அழைக்கப்படும் சுண்ணாம்பு சார்ந்த பொருளுடன் வினை புரிவதால் உண்டாகும் வெப்பம், நீராவி கார்பன் வினைக்கு உதவுகின்றது. ஏற்கும் பொருள் சுண்ணாம்பாகவோ டோலமைட்டாகவோ இருக்கலாம். வளிமமாக்கத்தினாலும், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் நீங்கப் பெறுவதன் காரணமாயும் உண்டாகும் பொருள்கள் உலையின் மேற்புறமாக நீங்குகின்றன. 33% அளவுள்ள நிலக்கரி கார்பனைக் கொண்ட எஞ்சிய கரிப்பொருள் மீள்ஆக்கியில் மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. இங்கு இக் கருவியில், எஞ்சிய கரிப்பொருள் காற்றுடன் எரிய வைக்கப்பட்டு ஏற்கப்படும் பொருளின் வினையை மாற்றம் செய்வதற்கான வெப்பத் தேவையினை வழங்குகின்றது. (1010° செ வெப்ப நிலையைக் கொண்ட நீர்மமாக்கப்பட்ட ஏற்கப்படும் பொருளைக் கொண்ட படுகையைக் கொண்டதாய் மீள் ஆக்கி அமைகின்றது. மீள் ஆக்கியின் செயலைக் கரிப் பொருள் எரிந்து நிலைநிறுத்துகிறது. 5.% அளவில் கார்பனைக் கொண்ட எஞ்சிய சாம்பல், ஏற்கப்படும் பொருளைக் கொண்ட படுகையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு, மீள் ஆக்கம் செய்யும் கருவிலிருந்து வெளியேறும் வளிமங்களுடன் வெளிச் செல்கின்றது. இச் சாம்பல் நிலக்கரியுடன் ஊட்டப்பட்ட 80% கந்தகம்,

இருக்கும். வளிமத்திலிருந்து எஞ்சிய சாம்பலை வெளிப்புறச் சுழற்காற்று அமைப்பு, பிரிக்கின்றது.

ஏற்கப்படும் பொருளின் செயலைத் தொடர்ந்து நிலைக்கச் செய்ய, தொடர்ந்து ஈடுசெய்பொருளைச் சேர்ப்பது தேவையாகும். ஏற்கப்படும் பொருளின் செயல், கால்சின் ஆக்கம்-மீள் கரியாக்கச் சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கையைச் சார்ந்து குறைகின்றது. ஈடு செய் பொருளின் தேவை ஏற்கப்படும் பொருளின் சுழற்சி வீதத்தில் 2 விழுக்காட்டினைக் கொண்டதாகும். ஏற்கப்படும் பொருள் எடுத்துச் செல்லப்படுவதனால் தோன்றும் இழப்புக்கள் ஏதும் இல்லையாதலாலும், தேவையான அளவிற்கு எடுப்பது அவசியம். தொடர்ந்து ஏற்கப்படும் பொருளின் தேவையை நிலைநிறுத்தி அடிப்பகுதியில் ஏற்கப்படும் பொருளின் நழுப் பாய்வு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

ஏற்கப்படும் பொருளின் நன்மைகளாவன, தனித்த ஓர் உலையில் ஏற்கப்படும் பொருள் வெப்பப்படுத்தப் பட்டுக் கால்சின் ஆக்கப்படுகின்றது. இங்கு இவ் வுலையில், தோன்றும் வளிமப் பொருள்களை மாசுறாவண்ணம், எரிதலுக்குத் தேவையான ஆக்சிஜனைக் காற்று வழங்குகின்றது. இத்தகைய அமைப்பினால், ஆக்சிஜன் நிலையத் தேவை நீக்கப்படுகின்றது. எல்லா வெப்பமும் வேதியியலாக வழங்கப்படுவதால், மற்றைய வெப்பத்தைக் கொண்டு செல்லும் முறைகளைக் காட்டிலும், தேவையாகும் சுழற்சி வீதம் குறைவாகும். வழங்கப்பட்ட 24 விழுக்காடு வெப்பம் உணர் வெப்பமாகும். எஞ்சிய வெப்பம் வினையினால் தோன்றும் வெப்பமாகும். ஏற்கப்படும் பொருளானது ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைட்டுடனும் கார்பன் டை ஆக்சைடுடனும் வினைபுரிகின்றது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடும், கார்பன் டை ஆக்சைடும் வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியில் விளையும் வளிமங்களில் அமையும் முதன்மையான மாசுப் பொருள்களாகும். இவ்வாறாக வளிமத்தைத் தூய்மையாக்கம் செய்யும் தேவை குறைக்கப்படுகின்றது. வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியின் பதப்படுத்தாத வளிமத்தைப் பொருள் மற்ற வளிமமாக்க முறைகளுடன் ஒப்பிடும் போது ஹைட்ரஜன் மிகுந்ததாய் அமையும். மீத்தேனேற்றத்திற்கு முன்பாக நீர் வளிம மாற்றியமைப்பு தேவையாவதில்லை. பதப்படுத்தாத வளிமம்போதிய அளவில் ஹைட்ரஜனைக் கொண்டுள்ளதால், எல்ல கார்பன் மோனாக்சைட்டு வளிமத்தையும் பகுதியளவில் அமைந்த கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமத்தையும் மீத்தேனேற்றம் செய்வதற்குப் போதுமானதாய் உள்ளது.

வளிமத்தைத் தூய்மையாக்கம் செய்வது, மீதேனேற்றத்திற்கான முறைகளும் மற்ற வளிமமாக்க முறைகளில் அமைந்தது போலவே இருக்கும்.

அடுத்தடுத்த மாற்றமும் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீக்கமும் தேவையாய் அமைவதில்லை.

ஹைட்ரேன் முறை ஹைட்ரஜனை கொண்ட வளிமமாக்கியின் 2 நிலைகளுக்கான கருத்தின் அடிப்படையில் இம் முறை, உருவாக்கப்பட்டதாகும். ஹைட்ரேன் முறையின் குறிக்கோள் யாதெனில், பதப்படுத்தாத பிட்டுமன் பண்பினைக் கொண்ட நிலக்கரியையோ பதப்படுத்தாத தாழ்ந்த வரிசையைக் கொண்ட நிலக்கரியையோ உயர்ந்த பி.வெ.அ. வளிமமாக (900 இலிருந்து 1000 பி.வெ.அ./ தரப் படுத்தப்பட்ட பருமன் அடி) ஆக்கம் செய்வதற்கு வளிமமாக மாற்றம் செய்வதாகும். ஹைட்ரோ வளிமமாக்கம் என்பது மீதேன் ஆக்கத்திற்காக ஹைடிரஜனுடன் நேரடியாக நிலக்கரி அல்லது கரிப்பொருள் வினைபுரிவதாகும். 400°செ. வெப்பநிலையிலும் அதற்கும் அதிகமான வெப்பநிலைகளிலும், வெப்பப் படுத்திச் சிதைத்தலும் ஹைடிரஜன் நிலக்கரி வினையினைக்கொண்ட நீர் வளிமமாக்கம் செய்தலும் மிகவும் முக்கியம். மாற்றம் செய்தல் உயரும்போது, எஞ்சிய கரிப்பொருள் குறைந்த வினைப்படும் திறனை உடையது.

நீராவி/ஆக்சிஜன் அடிப்படையிலமைந்த முறைகளில் பயன்படுத்தும் நீர் வளிமமாக்க முறைக்கும், செயற்கை வளிமம் அணுகு முறைக்கும் இடையே, இரண்டு முதன்மையான வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. திரள் பொருளாகாமலிருக்க நிலக்கரியினைத் தொடக்கத்திலேயே பகுதியளவில் ஆக்சிஜனேற்றத்தின் வழியாகவோ கரியாக்கத்தின்முன்னரோ செயற்படுத்துதல் தேவையற்றதாகும்.

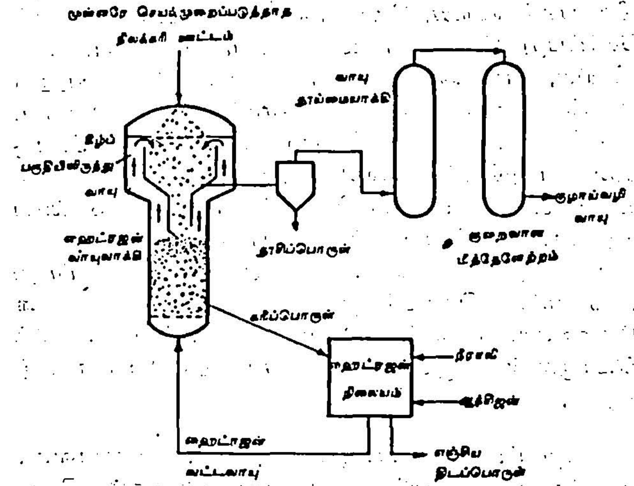
திரள் பொருளாவதைத் தடுப்பது மிக முக்கியமானதாகும். ஏனெனில் 400° செ இற்கும் மேற்பட்ட வெப்ப நிலைகளில் அதிலும் குறிப்பாக ஹைடிரஜன் முன்னிலையில் கிழக்கு அமெரிக்க, மத்திய மேற்கு அமெரிக்க நிலக்கரிகள், மென்மையாகும் தன்மையுடன் விரிவடையும் தன்மையும், ஒட்டிக்கொள்ளும் தன்மையுமுள்ளவையாய் இருப்பதால்,செயல்முறைப் படுத்துவது எளிதாக அமைவதில்லை. ஹைடிரேன் முறையின் தனிச் சிறப்பியல்பாய் அமைவது அதனுடைய ஹைடிரஜனைக் கொண்ட வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியின் முதல் நிலையாகும். இது கட்டற்று விழும் நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையில் அமைந்த உலை என்றும் வழங்கப்படுகின்றது. நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையிலமைந்த உலையில் செயல்முறைப் படுத்தாத தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியினை ஊட்டுவிக்கும்போது ஹைட்ரஜன் மிகுதியான சூழ்நிலையில் நீர்மமான புகை மண்டிலத்தில் துகள்கள் கட்டற்று விழுகின்றன. இவ்வாறு கட்டற்று விழும்போது நிலக்கரித் துகள்கள் 70 வளி மண்டில அழுத்தத்தில் 750° செ. வெப்பநிலையில் வேகமாக வெப்பப்படுத் தப்பட்டு, 20 முதல் 30% அளவில் கார்பன்

வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தலின் வழியாகவும், ஹைடிரோ வளிமமாக்கத்தின் வழியாகவும் மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. இந்த அளவு மாற்றத்தின் காரணமாய்த் துகள்கள் ஒட்டிக் கொள்ளாமல், உயர்ந்த வினைப்படும் தன்மையுள்ள நுண்துகள்களைக் கொண்ட கரிப்பொருளையும் ஆக்கம் செய்கின்றன. இரண்டாவது வேறுபாடாக அமைவது யாதெனில், 95% விழுக்காடு மீத்தேன் விளைபொருள், இரண்டு நிலைகளைக் கொண்ட ஹைடிரஜனைக் கொண்ட வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியிலிருந்து நேரடியாக ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறாகப் பதப்படுத்தாத வளிமவிளைபொருளில் எஞ்சியுள்ள 4 விழுக்காட்டுக்கும் குறைவான கார்பன் மோனாக்சைடை மாற்றம் செய்வதற்கு, தூய்மையாக்கும் வினையூக்க வைத்த மீத்தேனேற்ற முறை மட்டும் தேவையாகின்றது. இதனுடன் ஒப்பிடும்போது கார்பன் மோனாக்சைடை வினையூக்க வைத்து மீத்தேனேற்றம் செய்யும் முறையின் வழியாக மற்ற முறைகள் 50% அளவுள்ள மீத்தேன் விளைபொருளை உண்டாக்குகின்றன.

படம் 26 இல் ஹைட்ரேன் முறையின் கருத்தியலான பாய்வு வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. பொருள் படுகையினை நீர்மப் படுத்த ஹைடிரஜனைக் கொண்ட வளிமமாக்கியின் அடிப்பகுதியின் ஹைடிரஜன் (ஒரு பவுண்டு அளவு உலர்ந்த நிலக்கரிக்கு 16 தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன் அடி) செலுத்தப்படுகின்றது. நீர்மப்படுத்தப்பட்ட நிலையிலமைந்த உலையின் சுவர்களின் வெப்ப நிலையை 725° செ. இற்கும் மேலாக நிலைநிறுத்தி உலைச்சுவரில் துகள்கள் ஒட்டுவதிலிருந்து தடுக்க நீர்மப் படுகையிலிருந்து (9751 செ. 70 வளி மண்டிலங்கள்) வெளிப்படும் இடைப்பட்ட வளிமம் மேல் அடுக்கிலமைந்த வளைவடிவ இடத்தின் வழியாக மேல்நோக்கிப் பாய்கின்றது. இதன் பின்னர் இவ்வளிமம் தூளாக்கப்பட்ட மூலப்பொருள் வடிவில் அமைந்த நிலக்கரியின் ஒரே நேரத்தில், கட்டற்றுவிழும் நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையிலமைந்த உலை (மேலடுக்கு) வழியாகக்கீழ்நோக்கிச் செலுத்தப்படுகின்றது. நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையில் அமைந்த உலையின் அடிப்புறத்திற்கு அருகில் 70% அளவில் மீத்தேனைக் கொண்ட வளிமவிளைபொருள் வெளியே எடுக்கப்படுகின்றது.

மேலும் கரிப்பொருளானது நீர்மப் படுகை உலையில் சென்று விழுகின்றது. நீர்மப் படுகைப் பகுதியிலிருந்து எஞ்சிய கரிப்பொருளானது, ஒரு குழாய் வழியாக எடுக்கப்பட்டு, செயற்கை வளிம ஆக்கம் செய்யும் ஹைட்ரஜன் நிலையத்திற்கு நேரடியாக ஊட்டப்படுகின்றது.

நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையிலமைந்த உலையிலிருந்து ஆக்கம் செய்யப்பட்ட, மீத்தேனும் கார்பன் மோனாக்சைடும் 1 பவுண்டு உலர்ந்த நிலக்கரிக்கு

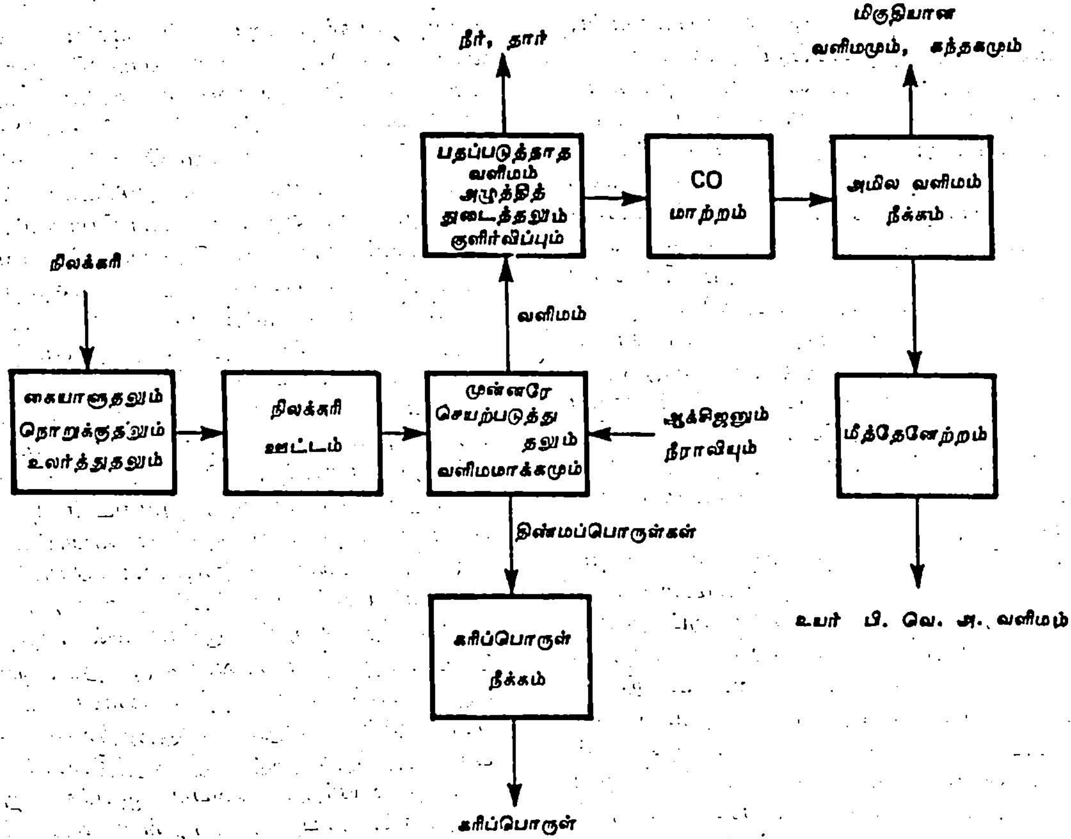


படம் 26. ஹைட்ரேன் முறையின் கருத்து வடிவிலான பாய்வு வரைபடம்

முறையே 4.07 முதல் 6.69 வரையிலான செந்தரப் பருமன் அடி ஆகும்.

நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையிலமைந்த கரிப்பொருளின் 31 விழுக்காடு நீர்மப் படுகை உலையில் மாற்றம் செய்யப்பட்டு, 46% அளவில் ஒட்டுமொத்தமான கார்பன் மாற்றம் கிடைப்பதுடன் நீர்மப்படுகை மீத்தேன் ஆக்கம் 1 பவுண்டு உலர்ந்த நிலக்கரிக்கு 6.12 செந்தரப்பருமன் அடி அளவில் அமைகின்றது. ஹைடிரஜனைக் கொண்டு வளிமாக்கியின் மொத்த மீத்தேன் ஆக்கம் 1 பவுண்டு உலர்ந்த நிலக்கரிக்கு 10.10 தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன் அடி ஆகும். சமநிலையான நிலைய இயக்கத்திற்கு 46 விழுக்காடு ஒட்டுமொத்தமான கார்பன் மாற்றம் தேவையாகின்றது. எனவே கரிப்பொருளில் தேவையான அளவிற்கும் மேலாகக் கார்பன் இருப்பதனால் ஹைடிரஜன் நிலையத்தில், அம்முறையின் வாயிலாக ஹைடிரஜனை ஆக்கம் செய்ய முடிகின்றது.

35 முதல் 205 வளிமண்டில அழுத்தத்திலும், 900° செ. வெப்பநிலை வரையிலும், தனித்த ஆய்வுக்கூட அளவினைக்கொண்ட தொகுதியாகக் கட்டற்று விழும் நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையிலமைந்த உலை இயக்கப்பட்டுள்ளது. தேவைக்கும் அதிகமாகக் கார்பன் மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. அதன் இயக்கமும் நன்கு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. நகரும் படுகையினைக் கொண்டோ அல்லது நீர்மமாக்கப்பட்ட



படம் 27. சிந்தேன் முறையின் கட்ட விளக்க பாய்வு வரைபடம்

படுகையைக் கொண்டோ உலையின் இரண்டாம் நிலை இயக்கப்பட்டுள்ளது. சம நிலையான நிலைய இயக்கத்திற்குத் தேவைக்கும் அதிகமாகவே கார்பன் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளது. 1972ஆம் ஆண்டு நடு முதற்கொண்டு 1974 ஆம் ஆண்டு நடு வரையில் ஒருங்கிணைந்த நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலையிலமைந்த நீர்மப் படுகையும் இரு நிலைகளையும் கொண்ட ஹைடிரஜனைக் கொண்டு வளிமமாக்க இயக்கம் முதன்மையான சிறப்பு வாய்ந்தது, ஹைட்ரேன் கரிப் பொருளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் நிறைந்த செயற்கை வளிமத்தை ஆக்கம் செய்வதற்கான வடிவமைப்புக் குறிப்புகள் கிடைக்கவில்லை. ஹைட்ரேன் கரிப் பொருளின் வினைப்படும் திறனை வரையறுப்பதற்கு மேசை அளவில் இயக்கம் சார்ந்த ஆய்வுகள் செய்யப் பட்டு வருகின்றன. இவ்வாய்வுகளைப் பயன் படுத்தி, ஹைட்ரேன் முன்னோடி நிலையத்தில் சேர்ப்பதற் கான முன்னோடித் திட்டத்திற்கு, வளிமமாயின், வடி வமைப்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம். சிந்தேன் முறை வளிமமாக்கம் செய்வதற்கு இம்முறை உருவாக்கப் பட்டது. இம் முறையில் 1000 பி.வெ. அ.செந்தரப் பருமன் கலோரி மதிப்பினைக் கொண்ட தூய வளி மத்தைப் பெறலாம். உயர்ந்த அழுத்தத்தில், இவ் வளிமமாக்கம் செய்யப்படுகின்றது. எனவே குழாய் வழி அமைப்பில் நேரடியாகச் செலுத்துதற்கு ஏற்ற தாக இவ்வளிமம் அமைகிறது. சிந்தேன் முறைக்கான முக்கிய படிகள் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் சுரங் கங்களுக்கான குழுவினரால் உருவாக்கப்பட்டன. அவையான நீர்மப் படுகையினைக் கொண்ட வளிம மாக்கம் செய்யும் முறைக்கு ஏற்றதாக, தூளாக்கப் பட்ட நிலக்கரியை முன்னரே பதப்படுத்துதல் வளிம மாக்கம் செய்யும் முறையின் இயக்கம் ஆக்கம் செய் யப்பட்ட வளிமத்தை மீத்தேனேற்றம் செய்வதற் கான முறைகள் என்பனவாகும்.

இத்தகைய பதப்படுத்தும் படிநிலைகளுடன் மற்ற மரபுவழி இயக்கங்கள் இணைக்கப்பட்டு ஒரு தொடர்ந்த நிலையமாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இத் தகைய நிலையங்கள் புரூஸ்ட்டன், பென்சில்வேனியா வில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. முறையைச் செயல்படுத் திக்காட்டுவதற்காக, இந்நிலையம், சுரங்கங்களுக் கான குழுவினரால் இயக்கப்படுகிறது. ஒரு மணிக்கு 3 டன்கள் அளவில் நிலக்கரியைச் செலுத்தும் வடி வமைப்பைக் கொண்டதாய், 5 விழுக்காடு கந்தகத் தைக்கொண்ட எல்லாத் தரங்களிலுமான பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரி அல்லது பழுப்பு நிலக்கரியைப் பதப்படுத்துவதற் கேற்றதாய் இந்நிலையம் அமைக் கப்பட்டுள்ளது.

முன்னோடி நிலையத்தில் நிலைநிறுத்தப்பட்ட

பதப்படுத்தும் இயக்கங்களும் எந்திர வடிவமைப்புகளும் பிற்காலத்திலும் நிறுவப்படும் நிலையங்களுக்குப் பொருந்தும். கீழ்க்காணும் வரிசையில் நிலையத் தொகுதியின் முறை சார்ந்த இயக்கங்கள் அடங்குகின்றன. வினைப்படும் அடுத்தடுத்த செயல்களுக்கு ஊட்டுவதற்கு ஏற்றாற்போன்ற, பொருளை வழங்க நிலக்கரியைக் கையாளுதலும் தயாரித்தலும், உயர் அழுத்த அமைப்பில் நிலக்கரியைச் செலுத்துவதற்காக நிலக்கரியை அழுத்தம் செய்தலும் கொண்டு செல்லுதலும், சில வகையான நிலக்கரிகள் ஒன்று திரளும் போக்கினைக் குறைப்பதற்காக நிலக்கரியை முன்னரே செயல்முறைப்படுத்துதல், பதப்படுத்தாத வளிமத்துடன்எஞ்சிய கரிப்பொருளை ஆக்கம் செய்ய நிலக்கரியை வளிமமாக்கம் செய்தல், உயர் வெப்ப நிலை உயர் அழுத்தச் சூழ்நிலையிலிருந்து, கரிப் பொருளைப் பிரித்தெடுப்பதற்குக் கரிப்பொருளை நீக்குதல், பதப்படுத்தாத வளிமத்திலிருந்து நுண்மையான திண்மப் பொருட்களையும் கரிப்பொருளையும், நீராவியையும் நீக்க வளிமத்தைத் தூய்மையாக்குதல். தூய வளிமக் கார்பன் மோனாக்சைடு ஹைட்ரஜனின் விகிதத்தைச் சரிசெய்ய அடுத்தடுத்த மாற்றங்களைச் செய்தல், கார்பன் டை ஆக்சைடை நீக்கம் செய்வதற்கான அமில வளிமத்தை நீக்குதலும் மாற்றியமைக்கப்பட்ட வளிமத்திலிருந்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடை நீக்கம் செய்தலும், தூய வளிமத்திலிருந்து சிறிதளவே அமைந்த கந்தகச் சேர்மங்களை நீக்குதல் கார்பன்மோனாக்சைடையும், ஹைட்ரஜனையும் மீத்தேனாக மாற்றம் செய்வதன் வழியாக வளிமக் கலோரி மதிப்பை உயர்த்தும் மீத்தேனேற்றம் வளிமண்டலத்திற்கு வெளியேற்றுவதற்கு ஏற்றதாகச் செய்யும் அமில வளிம ஆக்கியின் வெளியேறும் வளிமத்திலிருந்து கந்தக நீக்கம் செய்தல் என்பனவாகும்.

முன்னரே பதப்படுத்தும் கருவிக்கு நிலக்கரியை அழுத்தத்தில் ஊட்டம் செய்விக்க, துடுப்பினைக் கொண்ட துள்ளும் அமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வளிமண்டல அழுத்தத்தில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரித் தேக்கத் தொட்டியிலிருந்து நிலக்கரி சிறு சிறு தொகுதிகளாக அழுத்தம் தரும் துள்ளும் ஊட்ட அமைப்பிற்கு மாற்றப்படுகின்றது. இத்துள்ளும் ஊட்ட அமைப்பு தேவையான அழுத்தத்துடன் செயல்படுவதால் முன் செயல்முறைப்படுத்தும் கருவிக்குத் தொடர்ந்து ஊட்டம் அளிக்கின்றது. இத் தொகுதிகளை அளவிட, எடையைக் கொண்ட துள்ளும் அமைப்பு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நிலக்கரியைக் கொண்ட ஒவ்வொரு தொகுதியும், துடுப்பினைக் கொண்ட துள்ளும் கருவியில் சென்று விழுகின்றது. காற்றுப் பாய்மவியலாக இயக்கப்படும் கட்டுப்பாட்டிதழ்களைக் கொண்டு, இக்கொள்கலம் தனிமைப்படுத்தப்படுகின்றது. மேலும் கொள்கலத்தின் அழுத்தத்தை, அழுத்தம் கொண்ட ஊட்டத் துள்ளும் கருவியின் அழுத்தத்திற்கு இணையாக உயர்த்துவதற்கு அழுத்தங்கொண்ட வளிமம் இக் கொள்கலத்தினுள் செலுத்தப்படுகின்றது. துடுப்பினைக் கொண்ட துள்ளும் கருவியின் கீழேயமைந்த இதழ்கள் திறக்கப்பட்டு, நிலக்கரியைக் கொண்ட சிறு தொகுதியானது, அழுத்தம் கொண்ட துள்ளும் கருவியில் சென்று விழுகின்றது. துடுப்பினைக் கொண்ட துள்ளும் கருவி ஒருமுறை காலியாக்கப்பட்டவுடன் மறுபடியும் தனிமைப்படுத்தப்படுகின்றது. மீண்டும், அழுத்தங்கொண்ட வளிமத்தைச் செலுத்தி நிலக்கரியைக் கொண்ட அழுத்தச்சிறு தொகுதி வளிமண்டில அழுத்தத்தில் செலுத்தப்பட்டு இச்சுழற்சி மீண்டும் மீண்டும் செய்யப்படுகின்றது. இத்தகைய அமைப்பின் முக்கிய தீமையாக அமைவது யாதெனில், இவ் வமைப்பு, மிக அதிக அளவில் திறனைப் பயன்படுத்துகின்றது என்பதே. ஏனெனில், அழுத்தங்கொண்ட வளிமத்தை வெளிச்செலுத்துவதுடன் திறன் இழப்பும் தோன்றுகின்றது. இத்திறன் பயன்பாட்டைக் குறைப்பதற்கு, இரட்டைத்துடுப்புகளைக் கொண்ட துள்ளும் கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டு, ஒன்றின் வெளியேற்றம் மற்றொன்றைப் பகுதியளிவில் அழுத்தமடையச் செய்யும். இறுதியாக, வணிக முறையில் நிறுவப்பட்ட ஒருநிலையத்தில் பல இணையான பாய்வுகளைக் கொண்டுள்ளபோது, அழுத்தத்தைச் சமன்படுத்த பல அடுக்குகளுக்கு இக்கருத்தினைக் கொண்டு சென்று உயர்ந்த வெப்ப இயக்க திறமையைப் பெறலாம். நம்பத் தகுந்த தன்மையை நிலைநாட்ட முன்னோடி நிலையத்தில் இத்தகைய இரட்டை அமைப்பு நிறுவப்பட்டுள்ளது.

மீத்தேனாக மாற்றம் செய்விப்பதற்கான கார்பன் மோனாக்சைடும், ஹைட்ரஜனின் செறிவூட்டமும் உயர்ந்திருப்பதன் காரணமாய் இம்முறையின் மீத்தேனேற்றத்திற்கான செயல்முறை இடுக்கண் வாய்ந்ததாகும். இவ்விளைவானது உயர் அளவில் வெப்பம் வெளிவிடக் கூடியதாகும். எனவே அதிக அளவு வெப்பத்தை நீக்கம் செய்வது தேவையாகின்றது. கார்பன் மோனாக்சைடின் உயர்ந்த செறிவூட்டத்தின் காரணமாய், வினைப்படும் வெப்பநிலையை 700 371° முதல் 421° செ வரை குறுகிய எல்லைக்குள் கட்டுப்படுத்தினாலன்றி வினையூக்கியின் மீது கார்பன் உருவாகும் நிகழ்தகவு உயர்ந்ததாகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் சுரங்கங்களுக்கான குழு இரு புதிய மீதேனேற்ற உலைகளை உருவாக்கியுள்ளது. அவையாவன, குழாய்ச் சுவரைக் கொண்ட உலை, வெப்ப வளிமத்தையும் மின் சுழற்சியையும் கொண்ட உலை என்பனவாகும். முதலில் கூறப்பட்ட வகையில், குழாய்களின் மீது வினையூக்கியின் பூச்சுப்பொருளாக 'ரானிநிக்கலை' இரு உலைகளும் பயன்படுத்துகின்றன. இரண்டாவது வகையில் தகடுகளின் மீது இப்பூச்சுப்பொருள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வினையூக்கி குறைந்த செலவினைக் கொண்டதாயும், உயர்ந்த செயல்படும்

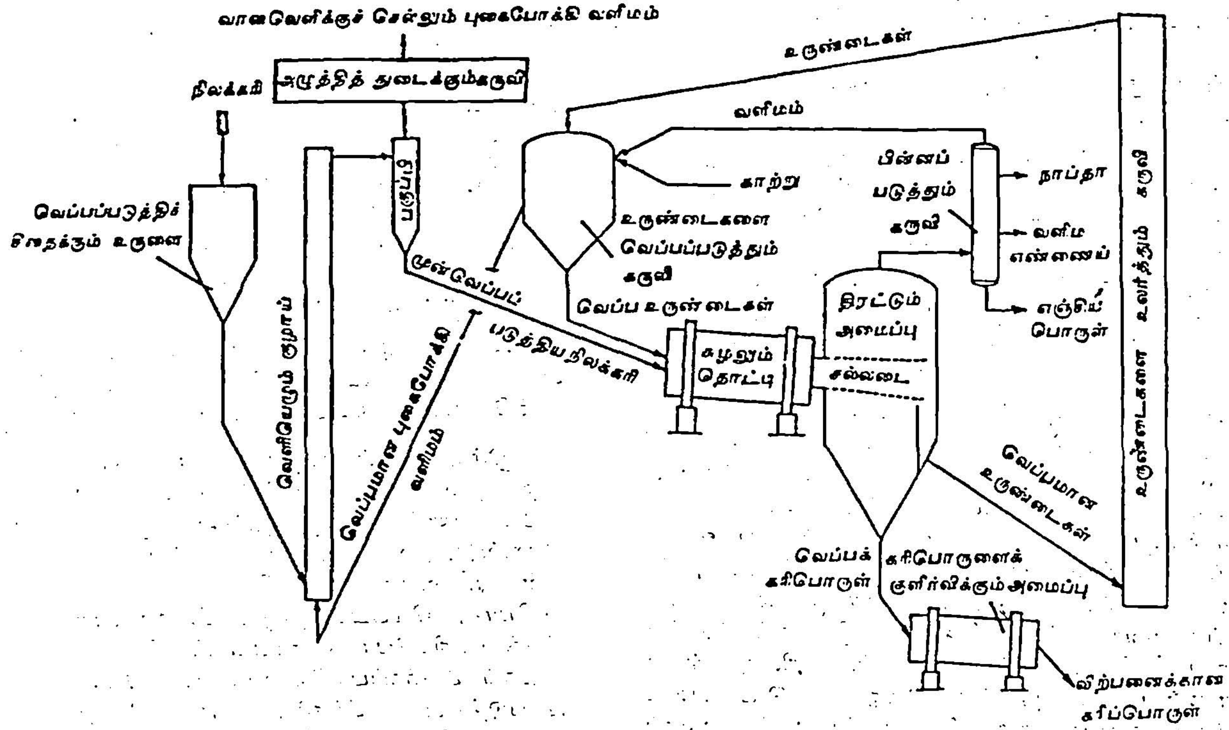
தன்மையைக் கொண்டதாயும், சிறிய அளவுகளில் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாயும் உள்ளது. இவ்வினையூக்கி, ஊறுபடுத்தும் பொருள்களுக்கு மிக்க உணர்திறனைக்கொண்டும் இதனுடன் பயன்படுத்தும் வளிமம் குறைந்த கந்தகத்தைக்கொண்டும் இருக்க வேண்டும்.

டாஸ்கோல் முறை என்பது குறைந்த கந்தகம் கொண்ட மேற்கு நாட்டின் நிலக்கரிகளான குறைந்த வெப்ப மதிப்புடைய நிலக்கரிகளை வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தலின் வழியாக உயர்ந்த வெப்பமதிப்புக்குச் உயர்த்துவதாகும். வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல், கரியாக்கம் போன்ற சொற்றொடர்கள் நிலக்கரியை வெப்பப்படுத்திச் சிதைப்பதற்கும் நிலக்கரியைப் பல்வேறுபட்ட பொருள்களாகப் பிரிப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பரந்த அளவில் செயற்படுத்தும் நிலைகளில், வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் முறையினைப் பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய செயல்முறையின் வாயிலாக, பரந்த எல்லையினைக் கொண்ட பண்புகளையுடைய பொருள்களை ஆக்கம் செய்யலாம். வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும்போது, நிகழும் இயற்பியல், வேதியியல் மாற்றங்கள் சிக்கல் வாய்ந்தவையாகும். ஆனால் இம்மாற்றங்களின் போது பேரளவிலான வெப்பப்பரிமாற்றங்கள் தோன்றுவதில்லை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டு பல வளிமமாக்கம் செய்யும் முறைகளில் வழக்கமாகக் காணப்பெறும் நீராவி, கார்பன் வினைகள் ஆகும். நிலக்கரியை மேம்பட்ட வெப்ப மதிப்பினைக் கொண்ட பலகூறுகளாகப் பிரிப்பதற்கும் கட்டுப்பாட்டுச் செயல் முறைச் சிக்கலைக் குறைப்பதற்கும் வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் தொழில்நுட்பம் எளிமையாக அமைகின்றது. குறையும் பருமன் அளவைச் சார்ந்து வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் முறையின் வழியாகப் பெறப்படும் பொருள்களாவன, கரிப்பொருள், தார், வளிமம் ஆகியன. இப்பொருள்களுடன் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் போன்ற சில கரிமப் பொருள்களைக் கொண்ட நீர்மப்பின்னம் கூட உண்டாகின்றது. ஆனால் இப்பின்னம் பொருளாதார முக்கியத்துவம் உடையதாய் அமையவில்லை. வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தலின் வழியாக நிலக்கரியின் உள்ளார்ந்த ஈரத்தினை நீக்கிச்சிலவகையான நிலக்கரிகளில் கரிப்பொருள் தார், இயற்கை வளிமம் போன்றவற்றின் வெப்ப மதிப்பை உயர்த்திடலாம் அல்லது அதன் மிகுதியான செறிவூட்டத்தைப் பெறலாம். சிலவகையான துணைப் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிகள் 30% அளவில் உள்ளார்ந்த ஈரத்தைக் கொண்டவையாய் உள்ளன. நெடுந்தொலைவுப் பயன்பாடுகளுக்காக உண்டாக்கப்பட்ட எரிபொருளை அத்தொலைவிடங்களுக்குக் கொண்டு செல்வதற்காகும் செலவைப் பெரிதளவில் குறைப்பதற்கு முதன்மையான உயர் ஈர நிலக்கரியிலிருந்து தோன்றும் விளைபொருளான உயர்வெப்ப மதிப்பினைக் கொண்ட எரிபொருள், அதிலும் குறிப்பாகக் கரிப்பொருள், சிறப்பாக அமைகின்றது. வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல் வழியாக உண்டாக்கப்பட்ட தாரினை மேலும் செயல்முறைப்படுத்தி எரிபொருள் எண்ணெய்களை ஆக்கம் செய்யலாம். குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள தாரில் பல வேதியியல் வகைப்பிரிவுகள் உள்ளன. இப்பொருள்கள் பிற்காலத்திய வேதியியற் பொருள்களுக்கான மதிப்பு வாய்ந்த மூலமாக அமைகின்றன. தற்போது தாரிலிருந்து வேதியியற் பொருட்களைப் பிரித்தெடுத்தல் குறைந்த செறிவூட்டங்களில் வழக்கமாகத் தோன்றுகின்றது. பொருளாதார முறையில் விரும்பத்தக்கதாய் அமையவில்லை.

படம் 28 இல், 1 நாளைக்கு 25 டன் ஆக்க அளவினைக் கொண்ட டாஸ்கோல் முறையில் இயங்கும் முன்னோடி நிலையம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இம்முறையில் உருளக்கூடிய வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் உருளையின் வெப்பப்படுத்தப்பட்ட சுட்ட மண்பொருள் உருண்டைகளுடன் தொடர்பு கொண்டு, நிலக்கரி வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கப் படுகின்றது. உருளையின் வெளி வழியில், சல்லடை வழியாக, வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கப்பட்ட கரியிலிருந்து கரிப்பொருள் சுட்டமண் பொருள் உருண்டைகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. பந்துபோன்ற வெப்பப்படுத்தும் கருவிக்குச் சுட்டமண் பொருள் உருண்டைகள் கொண்டு செல்லப்பட்டுக் கொள்கலத்தின் வழியாக அடுத்த சுழற்சிக்கு மீள் வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றன. கொள்கலத்திலுள்ள வெப்பக் கரிப்பொருள் சுழலும் குழாய் வடிவக் குளிர்விக்கும் கருவியில் குளிரவைக்கப்படுகின்றது. பந்துவடிவ வெப்பப்படுத்தும் கருவியிலிருந்து வெளிவரும் வெப்ப வளிமப்பாய்வில் செலுத்தும்போது உயரெழும் குழாயில் உள்ள ஊட்ட நிலக்கரி உலர்த்தப்பட்டு முன்வெப்பப்படுத்தப் படுகின்றது. இவ்வாறான முன்வெப்பப் படுத்தும் முறையின் காரணமாய்க் கொள்கலனின் வெப்பச்சுமை குறைகின்றது. பந்து வடிவான வெப்பப்படுத்தும் கருவியின் வழியாக வெளியேறும் வளிமங்களிலிருந்து கழிவு வெப்பத்தை மீட்பதற்கு முன்வெப்பப்படுத்தும் முறை நல்லதொரு முறையாக அமைகின்றது. உயர்ந்த ஈரத்தினைக் கொண்ட நிலக்கரிகளை உலர்த்துவதற்கு முன்வெப்பப்படுத்தும் கருவிக்குக் கூடுதல் எரிபொருள் தேவையாகின்றது.

நுண்ணிய நிலக்கரித் துகள்கள் கொள்கலன் இயக்கத்தைக் கடுமையாகப் பாதிப்பதில்லை. தூசுப் பொருளைத் திரட்டும் அமைப்பு மிகுந்த அளவில் தூசுச் சுமையேறாதவாறிருக்கச் செய்வதற்கு நிலக்கரியினைக் குறைந்த அளவில் நேர்த்தியான துகள் பொருள்களாக நொறுக்குதல் விரும்பத்தக்கதாகும். நிலக்கரி வெடித்துச் சிதறி முன்வெப்பப்படுத்தும் கருவியிலும், கொள்கலனிலும் உராய்வதனால் கரிப்



படம் 28. நிலக்கரியை வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தலுக்கான டாஸ்கோல் முறையின் பாய்வு வரைபடம்

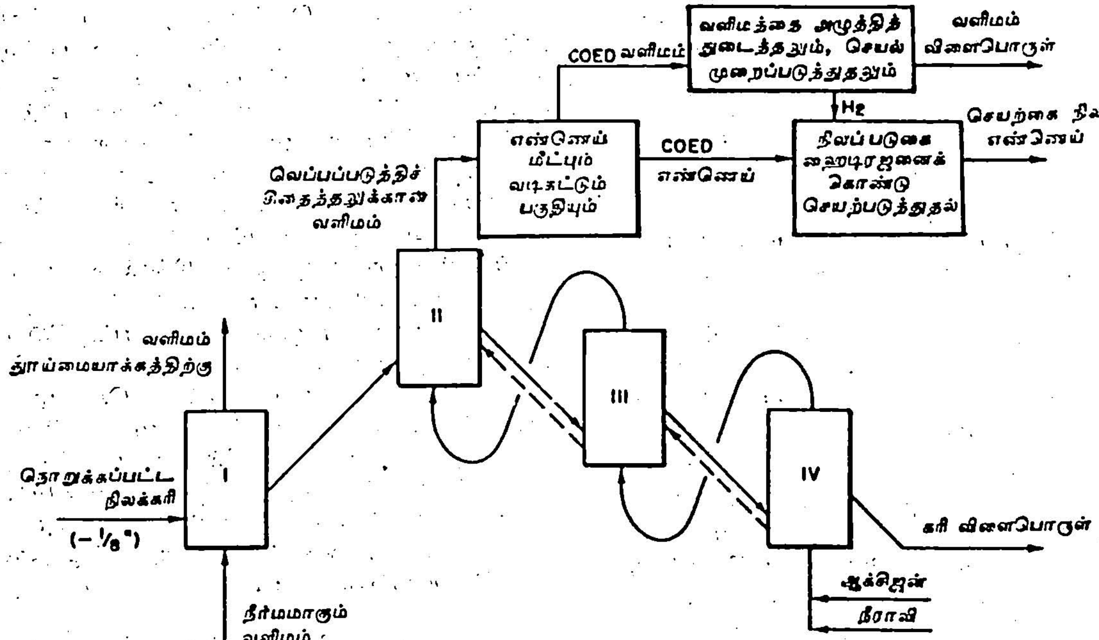
பொருளின் சராசரித் துகள் அளவு 1.25 செ.மீ. அளவுக்கும் குறைவாய் அமையும் பகுத்து வடிப்பியில் ஆவியாகக் குளிர்ந்து வடிக்கப்படுகின்றது. இக்கருவியின் வெப்பநிலை மிக உயர்ந்த அளவில் நிலை நிறுத்தப்படுவதனால், வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல் முறை வழியாகப் பெறப்பட்ட நீரும், வடிக்கப்பட்ட நீராவிப்பொருளும் மேலமைந்த திரட்டும் அமைப்பில் திரட்டப்படுகின்றன. திரட்டும் அமைப்பிலுள்ள நீர்மநிலைப்பொருள் வேதியியற்பொருள்களின் மீட்சிக்காகவும், பின்னர் அதன் வெளியேற்றத்திற்காகவும், செயல்முறைப்படுத்தப்படுகின்றது. திரட்டும் அமைப்பிலுள்ள வளிமத்தைக் கந்தக நீக்கம் செய்வதற்குச் செயல்முறைப் படுத்தப்பட்டபின்னர் விற்கப்படுகின்றது அல்லது உருளை வடிவ வெப்பப்படுத்தும் கருவிக்கு எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் வெப்பநிலையிலும், அதன் விளைபொருள்களின் பகிர்வீட்டிலும், பண்பிலும் டாஸ்கோல்முறை மிகுந்த அளவில் எளிதில் கையாளத்தக்க தன்மையைக் கொண்டுள்ளது. கொள்கலத்தின் வெப்பநிலைகள் 538° செ. வெப்ப நிலைக்கும் அதிகமாக இருக்கும்போது, துணைப்பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்பட்ட கரிப்பொருள் அளவிற்கும் குறைவான எளிதில் ஆவியாகும் பொருளைக் கொண்டதாயும் பல எரிக்கும் அமைப்புகளில் நன்கு பயன்படுத்துவதற்குத் தேவையான மேம்பாடுகளைச் செய்யவேண்டியதாயும் இருக்கும். அத்தகைய கரிப்பொருள்கள் குறைந்த வினைப்படும் தன்மையுடன் உடனடியான தீப்பற்றுதலைத் தவிர்ப்பதற்கு அதன் தேக்கத்திலும் அதனைக் கொண்டு செல்வதிலும் தனிக்கவனம் செலுத்த வேண்டியதாயும் உள்ளது.

டாஸ்கோல் கொள்கலத்தில் ஒரு திண்மப் பொருளிலிருந்து மற்றொரு திண்மப்பொருளுக்கான நேரடியான வெப்ப மாற்றத்தினால் மிகுந்த அளவில் தொடர்ந்த இயக்கம் இயலத்தக்கதாய் அமைகின்றது. எண்ணெய்க் களிப்பாறைக் கழகத்தினரால் உருவாக்கப் பட்ட டாஸ்கோல் களிப்பாறை முறையானது அடிப்படையில் டாஸ்கோல் முறையைப் போன்றதாகும். டாஸ்கோல் முறையில் ஒரு நாளைக்கு 1000 டன்கள் அளவில் இயக்கப்பட்டது. களிப்பாறையிலிருந்து எண்ணெயை மீட்பிப்பதற்காகக் கொலராடோவில், கிரேண்ட்வேலியில் கட்டப்பட்டுவரும் ஒரு நாளைக்கு 66,000 டன் ஆக்க அளவினைக் கொண்ட நிலையம் இறுதிவடிவமைப்பு நிலையைப் பெற்றுவருகின்றது.கரிப்பொருள் எண்ணெய் ஆற்றல் உருவாக்க

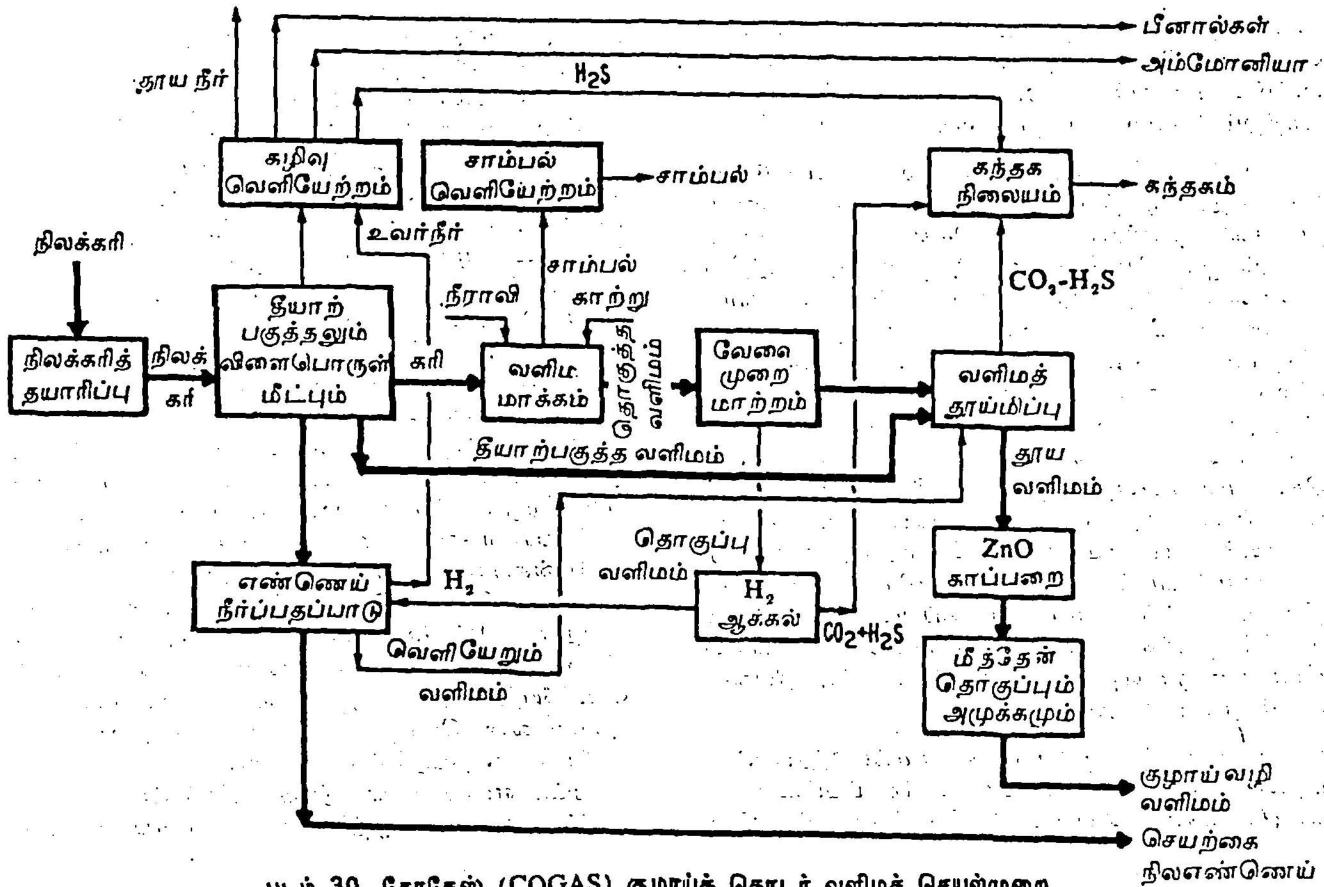
வளர்ச்சித் திட்டம். இத்திட்டம் க. எ. ஆ. உ. என வழங்கப்படுகின்றது. நிலக்கரியைச் செயற்கை நில எண்ணெயாகவும் தூய எரிபொருள்களாகவும் மாற்றம் செய்வதற்கு இம்முறை பயன்படுகின்றது.

படம் 28 இல் திட்டவடிவில் காட்டப்பட்டுள்ள இம்முறை, கழகத்தினருக்கும் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் நிலக்கரி ஆராய்ச்சிக்கான அலுவலகத்திற்கும் இடையே நிகழ்ந்த 12 ஆண்டுத்திட்டத்தின் விளைவாகத் தோன்றியதாகும். பல்லாண்டுகளாக மேசை அளவிலான ஆராய்ச்சி ஆய்வுகளிலிருந்து இத்திட்டம் ஒரு மணிக்கு 100 பவுண்டு ஆக்க அளவினைக் கொண்ட தொகுதியாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச் சிறியதொகுதியில் 12 வேறுபட்ட நிலக்கரி வகைகளைக் கொண்டு கவனமாக மதிப்பீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. இத்தொகுதி 1 நாளைக்கு 36 டன்கள் அளவு நிலக்கரி ஆக்கம் செய்யும் முன்னோடி நிலையம் வடிவமைத்துக் காட்டுவதற்கு உதவியது வடிவமைக்கப்பட்ட ஆக்க அளவில் முன்னோடி நிலையம் வெற்றிகரமாக இயக்கப்பட்டது. இந்நிலையத்தின் இயக்கக் காலத்தில் 20000 டன்கள் அளவில் பிட்டுமன் இயல்பு நிலக்கரிகளும் பழுப்பு நிலக்கரிகளும் பதப்படுத்தப்பட்டன.

இம்முறையில் தொடர்ந்த நீர்மப்படுத்தப்பட்ட படுகைகளில் நொறுக்கப்பட்டு உலர்த்தப்பட்ட நிலக்கரி (0.3 செ.மீ) வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கப்படுகின்றது (ஆக்சிஜன் இல்லாமல் வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றது). அடுத்தடுத்த உயர்வெப்ப நிலைகளில் ஒவ்வொரு வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் கருவியிலும் நிலக்கரித் துகள்கள் அதிர்ச்சிமுறையில் வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன. வகைமை வெப்பநிலை இடைவெளிகளாவன, 316°, 427°, 536°, 871° செ. முதல் அடுக்கிலுள்ள நிலக்கரி வளிம எரிப்பினைக் கொண்ட முன்வெப்பப்படுத்தும் உலையிலிருந்து பெறப்பட்ட வளிமத்தைக் கொண்டு வெப்பப்படுத்தப்பட்டு நீர்மமாக்கப்படுகின்றது. ஆக்சிஜனையும் நீராவியையும் செலுத்தி நான்காம் அடுக்கில் கரிப்பொருளை எரித்தும் வளிமமாக்க வினைகளினாலும் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பத்தினைக்கொண்டு 2. 3 4 ஆம் அடுக்குகள் வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த வெப்பமான நீர்மமாகும் வளிமங்கள் கரிப்பாய்விற்கு எதிர்ப்பாய்வாகச் சென்று, எண்ணெய் வளிமங்களாகவும் எடைகுறைந்த ஹைடிரோக்கார்பன்களாகவும் வெளிவரும் நிலக்கரிப் பொருளிலிருந்து எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களைத் திரட்டுகின்றன. 427°செ வெப்பநிலையில், உலையின் இரண்டாம் அடுக்கிலிருந்து வளிம விளைபொருள்கள் வெளியேறுகின்றன. இவ்வளிமம் அம்முறையின் துணை விளைபொருளான நீரினால் நேரடியாகவே குளிர வைக்கப்படுகின்றது. ஒருவடிகலத்தில் வடிக்கப்பட்ட எண்ணெயும் நீரும் பிரிக்கப்பட்டு, நீர், குளிர்விக்கும் மீள்சுழற்சிக்காகப் பயன்படுத்தப்படு



படம் 29. நிலக்கரியை வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தலுக்கான முறை



படம் 30. கோகேஸ் (COGAS) குழாய்த் தொடர் வளிமச் செயல்முறை

கின்றது. வடிக்கப்படாத வளிமங்கள் மீண்டும் செயல்முறைக்கு உட்படுத்தப்பட்டு, வளிமப்பொருளாக ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றன. சிறிய கரித்துகள்களைக் கொண்ட வடிகலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட எண்ணெயில், நீரினை வெளியேற்றிய பின்னர், வடிகட்டும் தொகுதிக்கு ஊட்ட நீர்மக் கலவையாக ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது.

இலினாய்சிலிருந்து பெறப்பட்ட 6ஆவது எண்ணுள்ள நிலக்கரி அடுக்கிலிருந்து பெறப்பட்ட ஆக்கம் செய்த செயற்கை நில எண்ணெயின் ஒளிர்வெப்ப நிலை 46°F ஆகவும், பாயும் நிலை 36°F இற்கும் குறைவாகவும் சிறிதளவில் நீரையும் படிவுப்பொருளைக் கொண்ட 1.|°சாம்பல் உட்பொருள் 0.005 விழுக்காடு எடைக்குக் குறைவாகவும் உள்ளது.

இக் காய்ச்சி வடிக்கும் சோதனையில் அறிந்ததாவது, ஆ. கொ. நி. வெப்பநிலை 190°F 237°F(10°/。 காய்ச்சி வடித்தலில்; 518°F (10% காய்ச்சி வடித்தலில்); 518°F (50°/。); 684°F (90°/。); 720°F (95°/。); மேலும் பிசுப்புத்தன்மை 100°F வில் 3.4 சென்டிஸ்டோக்குகள்; அ.பெ.க. அடர்த்தி 27.2 ஆகும்.

கோகேஸ்முறை. இம்முறையில் நிலக்கரி வளிமமாகவும் எண்ணெய்ப் பொருள்களாகவும் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது

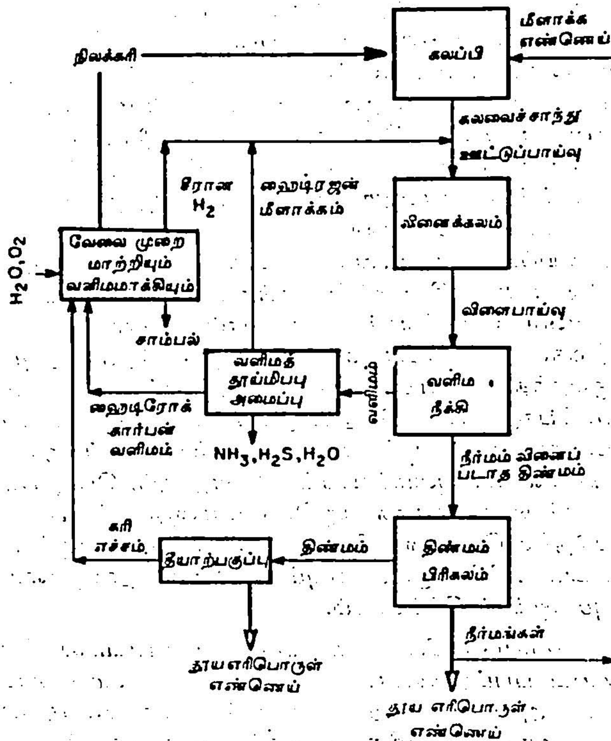
நிலக்கரியை வெப்பப்படுத்திப் பகுக்கும் பல அடுக்குகளைக் கொண்டிருப்பதால் உயர்திறத்தைக் கொண்டதாலும் வெப்பப்படுத்திப் பகுத்தலினால் கரிப்பொருளின் மீது நீராவி வினைப்படும் திறன் அதிக அளவில் உள்ளதாலும் இம்முறை மிக்க நன்மைகளைக் கொண்டதாக உள்ளது. இதன் காரணமாக குறைவழுத்த அமைப்பில் உண்டாக்கப்பட்ட பதப்படுத்தாத எண்ணெய்யையும் வளிமத்தையும் கொண்டதாய் இம்முறையானது மற்ற சிக்கல் வாய்ந்த உயர் அழுத்த நிலக்கரி வளிமமாக்கம் செய்யும் முறைகளுடன் பொருளாதார முறையில் போட்டியிடுவதாயும் உள்ளது. இடைப்பட்ட அல்லது உயர்ந்த பி.வெ.அ குழாய் வழி வளிமத்தை ஆக்கம் செய்வதற்கு இம்முறையினை வடிவமைத்திடலாம். நிலக்கரியை வெப்பப்படுத்திப் பகுத்தலில் பதப்படுத்தாத எண்ணெயில் ஹைட்ரஜனேற்ற நிலைகளைச்சார்ந்த எண்ணெய் விளைபொருளானது இடைப்பட்ட பளுவான எரிபொருள் எண்ணெயாகவோ செயற்கை நில எண்ணெயாகவோ அமையும்.

படம் 30 இல், குழாய்வழி வளிமத்தையும், செயற்கை நில எண்ணெயையும் ஆக்கம் செய்யும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. முன்னரே விவரித்துள்ள திட்டத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டதைப் போன்றவாறே

குறைவழுத்த வேறுபாட்டுடனான, பல அடுக்கு களைக் கொண்ட நீர்மமாக்கப்பட்ட படுகையில் நிலக்கரியை வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் முறை இங்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வளிமப் பொருளின் ஒரு பகுதியை மாற்றியமைத்து ஹைடிரஜனைக் கொண்டு செயற்படுத்தும் முறைக்குத் தேவையான ஹைடிரஜன் வழங்கப்படுகின்றது. இந்த வளிமத்திலிருந்து எடைகுறைந்த ஹைடிரோக் கார்பன்களை ஆவி முறையில் பிரித்த பின்னர் கரிப்பொருள் வளிமமாக்கத்திலிருந்து பெறப்பட்ட செயற்கை வளிமத்துடன் பதப்படுத்தப்படுகின்றது. எடை குறைந்த ஹைடிரோக் கார்பன்களை விற்கும் பொருள்களாக ஆக்கம் செய்யலாம் அல்லது வளிம விளைபொருளின் பண்பினை மேம்படுத்த அதனுடன் கலப்புப்பொருளைச் சேர்க்கலாம். வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் நிலையில் 538° செ. வெப்பநிலையில் வெப்பக் கரிப்பொருள் வளிமமாக்கிக்கு ஊட்டப்படுகின்றது, பெரும் அளவு ஆக்சிஜன் தேவையை நீக்கவும், செயற்கை வளிமத்துக்குள் காற்றிலிருந்து நைட்ரஜனைச் செலுத்தாமல் கரிப்பொருளின் ஒரு பகுதியினைக் காற்றைக் கொண்டே எரிக்கவும் வெப்பச் சுமை முறை வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. குழாய் வழியில் செலுத்துவதற்கேற்ற பண்பினைக் கொண்ட வளிம ஆய்வில் கீழ்க் கண்டவை தெரியவருகின்றன. மீதேன் 93 விழுக்காடு கார்பன்மோனாக்சைடு 0.7 விழுக்காடு ஹைட்ரஜன் 0.4%. வேதிவினையில் செயல்படாத வளிமங்கள் 3.3 விழுக்காடு ஆகும். 1970 ஆம் ஆண்டின் நடுவில் கோகேஸ் உருவாக்க நிறுவனத்தினரால் இம்முறையானது முன்னோடி நிலைய நிலையிலேயே இருந்தது. இம்முறையைப் பயன்படுத்தும் முன்னோடி நிலையம் ஒன்று நியூஜெர்சியில், பிரின்ஸ்டனில் வேதியியல் ஆராய்ச்சி மையக் கழகத்தில் நிறுவப்பட்டுள்ளது. மற்றொரு நிலையம் இங்கிலாந்தில் லெதர்ஹெட்டில், பிரிட்டன் நாட்டு நிலக்கரிப் பயன்பாட்டு ஆராய்ச்சிக்கான இணைந்த சோதனைக் கூடத்தில் நிறுவப்பட்டுள்ளது. தொழில் நுட்பக் கண்ணோட்டத்துடன் காணும்போது வணிக அளவிலான ஆக்கம் முன்னோடி நிலைய ஆய்வுகளின் முன்னேற்றத்தைச் சார்ந்துள்ளது. இதனைப் பின்பற்றி பெரிய அளவில் முன்னோடி நிலையம் அல்லது செய்து காட்டும் நிலையத்தைக் கட்டி இயக்குவது தேவையாகின்றது. பின்னர்க்கூறப்பட்டபெரிய வணிக நிலையம் பெரிதாக அமைவதாலும், செயல்முறை நிலையச் சாதன வழங்கீட்டிற்கான கால அளவு பெரிதாக இருப்பதாலும் வடிவமைப்பதற்கும் கட்டுமானத்திற்கு மான காலமதிப்பீடுகள் நீண்டிருக்கின்றன.

செயற்கை எண்ணெய் முறை. இம்முறையின் வழியாக, உயர் கந்தக அளவினைக் கொண்ட நிலக்கரி களைத் தூய எரிவிப்பினைக் கொண்ட நீர்ம எரி பொருள்களாகப் பொருளாதார வகையில் சிக்கனமாக மாற்றம் செய்யவைக்கலாம். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் சுரங்கங்களுக்கான குழுவின் (பிட்ஸ்பர்க்கில் அமைந்த) ஆற்றல் ஆராய்ச்சி மையத்தினரால் இம்முறை உருவாக்கப்பட்டதாகும். 450° செ. வெப்ப நிலையிலும் 2000 முதல் 4000 பவுண்டுகள் ஒரு சதுர அங்குல அளவிலும்அடைக்கப்பட்ட படுகையைக் கொண்ட உலையில் வினையூக்கியின் முன்னிலையில் கொந்தளிப்பான ஹைடிரஜன் பாய்வுடன் மீள் சுழற்சி எண்ணெயுடன் சேர்ந்த நிலக்கரி நீர்மக்கலவை வினைபுரிகின்றது. இந்தச் சூழ்நிலையில் நிலக்கரி நீர்ம ஹைட்ரோக்கார்பனாக மாற்றப்படுகின்றது. மேலும் கந்தகம் வளிம ஹைட்ரஜன் சல்பைடாக, நீக்கம் செய்யப்படுகின்றது. வளிமங்களிலிருந்து நீர்மங்களும், வினைப்படாதிண்மப்பொருள்களும் பிரிக்கப்பட்டுப் பின்னர் விரைவேகச் சுழற்சியால் திறன் ஆக்கத்திற்குத் தேவையான குறைந்த கந்தகத்தையும் குறைந்த சாம்பலையும் வெளியேற்றும் நீர்ம எரிபொருள்கள் பெறப்படுகின்றன. நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தும் எரிபொருளாக மாற்றம் செய்வதற்கு முதலில் வடிவமைக்கப்பட்ட போதிலும், பொருளாதாரச் சிக்கனத்தைக் கருதி, இம்முறையைப் பயன்படுத்திச் செயற்கை நில எண்ணெயையும் வடிக்கப்பட்ட எரிபொருள்களையும் அல்லது நாப்தாவையும் ஆக்கம் செய்யலாம்.

இம்முறையின் முதன்மைக் கூறுகள் படம் 31 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. வினையூக்கியின் உருண்டைகள் அடுக்கப்பெற்ற உலையில் ஒரே சமயத்தில் ஹைடிரஜனும், விளைபொருள் எண்ணெயின் ஒரு பகுதியில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி சேர்ந்த நீர்மக் கலவையும் செலுத்தப்படுகின்றன. இதன் விளைவாகப் பெறப்படும் பாய்வு, வளிமத்தைப் பிரிக்கும் அமைப்பிற்குள் செலுத்தப்படுகின்றது. இங்கு வளிமங்களிலிருந்து நீர்மங்களும், வினைப்படா திண்மப் பொருள்களும் பிரிக்கப்படுகின்றன. விரைவேகச் சுழற்சியைக் கொண்ட எந்திரத்தில் நீர்மப்பாய்வு செலுத்தப்பட்டு, கலத்திற்கான. வினைப்படாத திண்மப் பொருள்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. விரைவேகச் சுழற்சியில் பெறப்பட்ட நீர்மப்பொருள் மாசற்ற எரிபொருள் எண்ணெயாகும். விரைவேகச் சுழற்சியைப் பயன்படுத்தும் எந்திரத்திலிருந்து திண்மப் பொருள்கள், வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் கருவிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இக்கருவி கூடுதல் அளவில்மாசற்ற எரிபொருள் எண்ணெயையும் கனிமப் பொருளுடன் கரியாக்கப்பட்ட பொருளையும் பெரும்பாலும் கொண்ட எஞ்சிய பொருளையும் வழங்குகின்றது. இந்த எஞ்சியபொருள் வளிமமாக்கிக்கு ஊட்டப்பொருளாக வழங்கி, இம்முறைக்குத் தேவையாகும் ஈடுசெய்யும் ஹைடிரஜன் தயாரிக்கப்படுகின்றது. இம்முறையின் தேவைக்குப் போதிய ஹைடிரஜனைத் தயாரிக்க வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவிக்குச் சிறிதளவு நிலக்கரி சேர்க்கப்படுகின்றது. நிலக்கரியை நீர்மமாக்கும்போது உருவாக்கப்பட்ட



படம் 31. செயற்கை எண்ணெய்ச் செயல்முறையின் முதன்மை உறுப்புகள்

அம்மோனியா, ஹைடிரஜன் சல்பைடு, நீர், மீத்தேன், ஈத்தேன் மற்றும் பல வளிமச் சேர்மங்களை நீக்கம் செய்ய, தூய்மையாக்கும் தொடரின் வழியாக வளிமத்தைப் பிரிக்கும் அமைப்பிலிருந்து பெறப்படும் வளிமங்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. மேலும் தூய்மையாக்கப்பட்ட ஹைடிரஜன், உலைக்கு மறுசுழற்சிக்காகச் செலுத்தப்படுகின்றது. தூய்மையாக்கப்பட்ட ஹைடிரஜனின் மறுசுழற்சிக்காகும் செலவைக் குறைக்க, நிலைய அழுத்தத்திலேயே வளிமத் தூய்மையாக்கம் செய்யப்படுகின்றது. மீள்சுழற்சி வளிமத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் சிலவகை அயற்பொருள்களைத் துணை விளைபொருள்களாகப் பயன்படுத்தலாம். உரத் தேவைக்காக, அம்மோனியாவையும், ஹைடிரஜன் சல்பைடையும் அம்மோனியம் சல்பேட்டாக மாற்றம் செய்யலாம். இயற்கை வளிமத்தைப் பயன்படுத்துபவர்களுக்கு மீத்தேனையும் ஈத்தேனையும் விற்றுவிடலாம். வளிமமாக்கம் செய்யும் கருவியிலிருந்து பெறப்பட்ட சாம்பலைச் சுரங்கப் பள்ளத்தை நிரப்பப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒரு நாளைக்கு 0.5 டன் நீர்மக் கலவையையும் 28 செ.மீ உள் விட்டத்தைக் கொண்ட ஓர் உலை தற்போது இயக்கத்தில் உள்ளது. ஒரு நாளைக்கு 8 டன்கள் நிலக்கரியைச் செயல்முறைப்படுத்தும் முன்னோடி நிலையத்தின் கட்டுமான வேலைகள் முன்னேற்றமடைந்த நிலையில் உள்ளன. இந்த நிலையத்தில் 10 முதல் 15 செ.மீ உள்விட்டத்தைக் கொண்ட உலைகள் இயக்கப்படவிருக்கின்றன.

முறை. கான்சோல் செயற்கை எரிபொருள் முறையில் நிலக்கரியைப் பகுதி அளவில் மாற்றம் செய்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பொருளுடன் துணைப் பொருளாக எஞ்சிய திண்மப் பொருளும் பெறப்படுகின்றது. இதனைத் தொடர்ந்து இப்பிரிக்கப்பட்ட பொருளை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்து, செயற்கை நில எண்ணெய் பெறப்படுகின்றது. வணிகத்திற்கான வடிக்கப்பட்ட பொருள்களாக இயற்கை நில எண்ணெயை மேலும் மாற்றம் செய்வதற்கும் இம்முறைக்குத் தேவையான ஹைடிரஜனைத் தயாரிப்பதற்கும் வணிக முறையில் நன்கு நிலை நிறுத்தப்பட்ட முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன எனக் கருதப்படுகின்றது. உயர் கந்தகத்தைக் கொண்ட அமெரிக்க நாட்டின் கிழக்குப் பகுதியிலமைந்த நிலக்கரிகளைக் கெட்டியாக்குவதற்கு முன்னேற்றமடைந்த தொழில் நுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 1963 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட்டுத் திங்கள் 30ஆம் நாள் நிலக்கரி ஆராய்ச்சிக்கான அலுவலகத்தினால், முறை உருவாக்கம் தொடங்கப்பட்டது. இத்திட்டத்தின் ஒரு பகுதியாக, மேற்கு வர்ஜீனியாவில் கிரிசாப் என்ற இடத்தில் பெரியதொரு முன்னோடி நிலையம் இயக்கப்பட்டது.

கரைப்பான் தூய்மையாக்கும் நிலக்கரிச் செயல்முறை. 1970 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கம் முதற்கொண்டே இம்முறை உருவாக்கத்தில் இருந்தது. பிட்ஸ்பர்கு, மிட்வே நிலக்கரிச் சுரங்கமிடும் நிறுவனங்களின் ஒப்பந்தத்தின் கீழ் வாஷிங்டனில் லூயி கோட்டையில் ரஸ்ட் பொறியியல் நிறுவனத்தாரால் ஒரு நாளைக்கு 50 டன் தயாரிக்கும் நிலையம் கட்டுமானத்தில் இருக்கிறது (1975). இம்முறையின் வழியாக நீர்மமாகவோ திண்மப்பொருளாகவோ எரிக்கக் கூடிய நீரற்ற குறைந்த கந்தகமும், குறைந்த சாம்பலையும் கொண்ட நிலக்கரி ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. நிலக்கரி திண்மநிலையில் உள்ளபோது போதிய அளவில் எளிதில் உடையக் கூடிய தன்மையைக் கொண்டுள்ளதால், அதனை எளிதில் அரைத்துத் தூளாக்கலாம். எந்த வகையான நிலக்கரியிலிருந்து ஆக்கம் செய்யப்பட்டது என்பதைச் சாராமல் தூய்மையாக்கப்பட்ட நிலக்கரியின் வெப்பப்படுத்தும் மதிப்பு 1 பவுண்டிற்கு 16,000 பி.வெ.அ. ஆக அமைந்தது. கரைப்பான் தூய்மையாக்கும் முறைக்கான தொடக்க வேலைகள் ஸ்பென்சர் வேதியியல் நிறுவனத்தாரால் செய்யப்பட்டன.

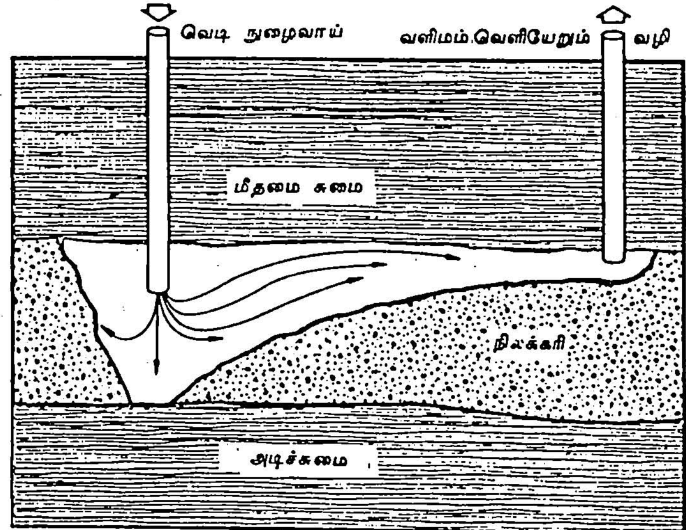
நிலக்கரி ஆராய்ச்சிக்கான அமெரிக்க நாட்டின் அலுவலகத்தினிடம் செய்து கொண்ட ஒப்பந்தத்தின் கீழ் பிட்ஸ்பர்கு, மிட்வே நிலக்கரிச் சுரங்கமிடும் நிறுவனம் இம்முறையை மேலும் வளப்படுத்தியது.

கீழ்க்காணும் வரிசை முறைகளைக் கொண்டதாக இம்முறை அமைகின்றது. அவை, நுண்ணிய துகள் அளவிற்கு (200 சல்லடை) நிலக்கரியைத் தயாரித்துத் தூளாக்குதல், நுண்ணிய நிலக்கரியை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஹைடிரோக்கார்பன் கரைப்பானைக் கொண்டு கலத்தல், இக்கரைப்பான் இம்முறையினுள்ளேயே ஆக்கம் செய்யப்படுதல், ஹைடிரஜன் அல்லது ஹைடிரஜன் கார்பன் மோனாக்சைடு செயற்கை வளிமக் கலவையுடன் 482° செ. உயர் அழுத்தத்தில் அளவிடப்பட்ட நிலக்கரிக் கரைப்பான் கலப்புப் பொருளைக் கலக்கும்போது தோன்றும் வினை, வெப்ப, அழுத்த வடிகட்டுதல் வழியாகச் சாம்பலை நீக்கித் தாதுப் பொருள் பிரிக்கும் முறை (இதனைத் தொடர்ந்து கரைப்பானை மீட்பதற்கு உலர்த்துதல் தேவையாகின்றது), உயர் வெப்பநிலை வெற்றிட வேகப் பாய்வினைப் பயன்படுத்திக் கரைப்பானை மீட்பித்தல், மேலும் இம்முறைக்குத் திரும்பிப் பயன்படுத்தப்படும் அல்லது விற்பதற்கானவேறுபட்ட ஹைடிரோக்கார்பன் எண்ணெய்ப் பின்னப் பொருள்களைப் பிரிப்பதற்காகக் காய்ச்சி வடித்தல், வெளியேறும் கந்தகச் சேர்மங்களைக் கொண்ட வளிமத்தை நீக்குதல், விளைபொருளைத் திண்மப் பொருளாக, அடைகளாக மாற்றம் செய்தல் அல்லது குறைந்த சாம்பலையும், குறைந்த கந்தக அளவையும் கொண்ட விளைபொருளை வெப்ப நீர்மமாக அம்முறையிலிருந்து நேரடியாகப் பயன்படுத்துதல் என்பனவாகும். இந்த முறையில் தூய்மையாக்கம் செய்வதற்கு ஏற்ற ஆந்திரசைட்டு நிலக்கரியைத் தவிர்த்து எந்த இயல்பு நிலக்கரியையும் பயன்படுத்தலாம் எனச் சோதனைகளிலிருந்து அறியப்பட்டுள்ளது. வளிமமாக்கம் செய்யும்முறை பொருளாதார வகையில் ஏற்றதாய் அமைவதற்கு முன்னரும் அதன் இயக்கமுறை நன்கு நிலைநிறுத்தப்படுவதற்கும் முன்னரும் ஆன இடைப்பட்ட காலத்தில் விரும்பத்தக்க எரிபொருள் கரைப்பான் தூய்மையாக்கு முறையில் ஆக்கம் செய்யப்பட்டது.

மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தும் கருவிகளைக் கொண்ட தொழிற்சலைகளில் இம்முறை விரும்பத்தக்கது. ஏனெனில் அங்குள்ள நீராவி ஆக்கிகளைக் குறைந்த மாற்றங்களுடன் இப்பொருளைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாக மாற்றியமைக்கலாம். நிலக்கரியைத் தூய்மையாக்குவதுடன் அதனைக் கொண்டு செல்லும் செலவுகளைக் குறைப்பதற்கும் அதன் ஆற்றல் மதிப்பினை ஒரு பவுண்டிற்கு 16000 பி.வெ.அ. அளவுக்குச் செறிவூட்டுவதற்கு ஏற்றதாய் மாற்றம் செய்ய வேண்டும்.

நிலக்கரி ஆக்கம் செய்யும் இடத்திலேயேஅமைந்த குறைந்த பி. வெ. அ. வளிமத்தை ஆக்கம் செய்யும் கருவிகளுடன் ஒப்பிடும்போது, கரைப்பான் தூய்மையாக்கபட்ட நிலக்கரியினை உச்சத் தேவைகளைச் சந்திப்பதற்கு ஏற்றவாறு தேக்கி வைக்கலாம். இம்முறைக்கு வினையூக்கி ஏதும் தேவையில்லை. ஹைடிரஜனின் தேவையின் அளவும் குறைவு. அலபாமாவில் சில காலம் வரையில், ஒரு நாளைக்கு 6 டன்கள் அளவில் ஆக்கம் செய்யும் முன்னோடி நிலையம் இயக்கப்பட்டது. இதற்குப் பிறகு அமைக்கப்பட்ட ஒருநாளைக்கு 50 டன் அளவில் ஆக்கம் செய்யும் நிலையம், கரைப்பான் தூய்மையாக்கப்பட்ட நிலக்கரி முறைக்கான தொழில்நுட்பத்தினை மேலும் வளப்படுத்தும்.

நிலக்கரிப் படுகையினுலுள்ளேயே நிலக்கரியை வளிமமாக்கல். 1868 ஆம் ஆண்டில் சீமென்ஸ் என்பவரால், நிலக்கரிப் படுகையினுள்ளேயே வளிமமாக்கம் செய்தல் முதலில் எடுத்துக் கூறப்பட்டது. இதற்கான முதல் காப்புரிமை பெட்ஸ் என்பவருக்கு 1909 ஆம் ஆண்டு வழங்கப்பட்டது. முதலாம் உலகப் போருக்கு முன்பே இங்கிலாந்தில் முதன் முறையாக வயற் பரிசோதனை செய்யப்பட்டது. சோவியத்துநாட்டில் 1933 ஆம் ஆண்டில், இதற்கான பகுதி வணிக நிலையங்கள் இயங்கின. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்பு, பெரும் அளவில் நிலக்கரி வளத்தினைக் கொண்ட ஒவ்வொரு மேற்கு நாடும், படுகையினுள்ளேயே நிலக்கரியை வளிமமாக்கம் செய்யும் முறையைச் சோதித்தது. இருப்

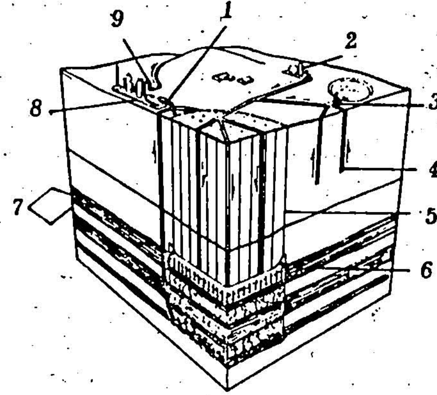


படம் 32. நிலக்கரிப் படுகையில் நிலக்கரியை வளிமமாக்கலில் பயன்படும் அடுக்குக் கசிவு முறையின் அடிப்படைக் கூறுபாடுகள்.

பினும், இவ்வேலைக்கான முதன்மையான நாடாக சோவியத் ஒன்றியம் திகழ்கிறது. ஏனெனில் இன்று கிடைக்கும் தொழில் நுட்பத்தில் பெரும்பகுதி சோவியத்து நாட்டினரால் உருவாக்கப்பட்டதேயாகும்.

1930ஆம் ஆண்டில் சோவியத்து நாட்டினரால் உருவாக்கப்பட்ட தொழில் நுட்பம், கசிவு முறைத் தொழில்நுட்பத்தினைக் கொண்டது. இம்முறை படம் 32 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. நிலக்கரியின் இயற்கையான ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பினாலும் மின் தொடர்பினாலும் அல்லது துளைகளுக்கிடையே நிலக்கரி நீர்மத்தைக் கொண்டோ, காற்றைக் கொண்டோ முறிவுறச் செய்தும் இரண்டு துளைகளுக்கிடையே தொடர்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. நீரியலாக அல்லது காற்றினால் நிலக்கரிப் படுகையை முறிவுக்கு உட்படுத்திக் கசிவுமுறைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி 45 மில்லியன் தரப் படுத்தப்பட்ட பருமன்அடி அளவுள்ள வளிமத்தை 1935 முதல் 1965 ஆம் ஆண்டுகளுக்கிடையில் பகுதியளவில் வணிக வழியாகச் சோவியத் நாடு பெற்றது. பொதுவாகக் காற்றைச் செலுத்தியே வளிமமாக்கம் செய்யப்பட்டது. ஆனால் சில நேரங்களில் ஆக்சிஜனோ அல்லது ஆக்சிஜனுடன் மிகுந்த அளவிலான காற்றுமோ செலுத்தப்பட்டது.சில இடங்களில் நீராவி கூடச் செலுத்தப்பட்டது. இத்தகைய அமைப்புக்கள் 100 பி.வெ.அ. செந்தரப் பருமன் அடி (இயற்கை வளிம வெப்ப மதிப்பில் 10%. அளவாகும்) எரிக்கத் தக்க வளிமத்தை ஆக்கம் செய்தது. இந்தக் குறைந்த பி.வெ.அ. வளிமம், மின்திறன் ஆக்கத்திற்கு முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டது. இருப்பினும் விளைந்த வளிமத்தின் பாய்வு வீதம் தடுமாற்றத்துடன் அமைந்து, அதன் வெப்ப மதிப்பு, காலம் செல்லச் செல்லக் குறையலாயிற்று. மூலப்பொருளின் மீட்சி குறைந்தது. மாஸ்கோ பகுதியில் 30%.இற்கும் மேலான வளிமங்கள் நிலத்தடியிலே காணாமற் போய்விட்டன. உள் சுற்று வழி உண்டாவதன் காரணமாகப் பாதியளவு நிலக்கரி எரிந்து கார்பன் டை ஆக்சைடாகவும் நீராகவும் மாறுகின்றதென மதிப்பிடப்பட்டது. இதன் விளைவாக மூலப் பொருளின் மீட்சி 14%. முதல் 20%. வரையில் அமைந்தது.இதனால் திறம் குறைந்த மின்திறன் ஆக்கம் உண்டாயிற்று. இம்முறையானது, சோவியத் நாட்டின் புதிய எண்ணெய் வளிமக் கண்டுபிடிப்புக்களுடன் போட்டியிட இயலவில்லை.

1950 ஆம் ஆண்டின்போது, அமெரிக்க நாட்டின் சுரங்கங்களுக்கான குழுவினரால் நடத்தப்பட்ட சோதனைகள் சோவியத்து நாட்டவரது மேற்கண்ட கண்டுபிடிப்பை உறுதி செய்தன. படுகையினுள்ளேயே செயல்படுத்தும் முறையைச் செய்வதற்கு முன்னதாகத் தோன்றிய எண்ணங்களின் வழியாக புதியதொரு கருத்து உருவாயிற்று. இதற்கு முன்னரே சந்திக்கப்பட்ட பிரச்சினைகளைக் குறைப்பதற்கு



படம் 33. புதிய நிலக்கரிப்படுகையில் நிலக்கரியை வளிமமாக்கும் கருத்துவிளக்கப்படம். கசிவுமுறை இடர்பாடுகளை இது குறைக்கிறது.

1. வளிமக்கிணறு 2. ஆக்சிஜன் நிலையம் 3. நீர் நிலையம் 4. நீர்க்கிணறுகள் 5. உட்செலுத்தும் கிணறு 6. எதிர்வினை வட்டாரம் 7. நிலக்கரி, களிப்பாறை 8. வளிமத் தூய்மிப்பு நிலையம் 9. குழாய்த்தொடர் வளிமம்

ஏற்றதாய் அக்கருத்து உருவாயிற்று. ஹிக்கின்ஸ் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட கருத்து, படம் 33இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 150மீ முதல் 1000மீ ஆழம் வரையில், துளையிடப்பட்ட துளைகளின் வரிசையில் வேதியியல் வெடிபொருள்களை வைத்து நிலக்கரி அடுக்குகள் வரிசையில் பிளவு உண்டாக்கப்படுகின்றது. காண்பிக்கப்பட்ட மாதிரி, வையோமிங்கிலுள்ள பவுடர் ஆற்றுப்படுகையில் அமைந்த நிலக்கரிப் படிவினை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். முறிவுற்ற பகுதியின் அடிவரையிலும் திரட்டும் கிணறுகள் துளையிடப்படும். மேலும் உயர் வெடிப்பினால் உண்டாக்கப்பட்ட துளைகளை மறுநுழைவுக்கு ஏற்றதாகச் செய்து பகுதியின் மேற்புறத்தில் வழி உண்டாகுமாறு ஆக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு உண்டாக்கப்பட்ட துளைகளில் தேவையற்ற நீர் உள்ளே செல்லாதவாறு செய்ய, அத்துளைகள் தக்க மூடிகளைக் கொண்டு மூடப்படுகின்றன. ஆக்சிஜன் உட்செலுத்தப்பட்டு, முறிவுற்ற பகுதியின் மேற்புறத்தில் எரிதல் தொடங்கப்படுகின்றது. எரிக்கும் பகுதியை உண்டாக்கிய பின்னர், ஆக்சிஜன் செலுத்தத்திற்குப் பதிலாக, ஆக்சிஜன்-நீர் அல்லது ஆக்சிஜன்-நீராவிக் கலவை உட்செலுத்தப்படுகின்றது. சுருங்கக்கூறின், இது நிலத்தடியில் அடைந்த படுகையைக் கொண்ட உலையைக் குறிக்கும் வழக்கமான உயர் பி. வெ. அ. நிலக்கரி வளிமமாக்க முறைகளைப் போன்றே நீராவியையும் ஆக்சிஜனையும் கொண்டு, முறிவுற்ற படுகையிலுள்ள நிலக்கரி, வளிமமாக்கப்படுகின்றது. நிலத்தடியில் ஆக்கம் செய்யப்பட்ட வளிமத்தில் பெரும்பாலும் மீத்தேன், கார்பன் மோனாக்சைடு, கார்பன் டை ஆக்சைடு, ஹைடிரஜன்

ஆகியவை கலந்திருக்கும். குழாய்வழிச் செலுத்தத் திற்கேற்ற வளிமமாக ஆக்க, இவ்வளிமம் தரைப்பி லமைந்த ஒரு நிலையத்தில் செயல்முறைப படுத் தப்படுகின்றது. ஊடுருவ இடந்தராத இடையகத் தில் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்புடைய முறிவுற்ற நிலக்கரிப் படுகையில் மேற்கொண்ட முறையைச் செயற்படுத்தும்போது, வினைப்படும் பொருள் களுடன் நிலக்கரி நன்கு கலந்து, வளிமமாக்கம் முழுமையாக நடைபெறும். இத்தகைய அமைப்பில் வளிமங்கள் தப்பிச் செல்வதில்லை. படுகையில் கரியாக்கமும் நிகழ்வதில்லை. மேலும் முறிவுற்ற படுகையில் உள்ள எல்லா நிலக்கரியும் வளிமமாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது.

ஊடுருவ இடந்தராத சுற்றுப்புறம் ஆழத்தில் அமையும்போது, வினைப்படும் பொருள்களும், வினைப்பொருள்களும் முறிவுற்ற பகுதியிலிருந்து தப் பிச் செல்வது குறைகின்றது. மேலும் இத்தகைய சூழ் நிலையில் உயர் அழுத்தத்தின் காரணமாக மீத்தேன் உருவாக்கம் இயல்வதாய் அமைகின்றது. மேலி ருந்து கீழ்வரையில் குத்துநிலை வளிமமாக்க அமைப்பினால் வெப்பச் சுழல்முறையில் நிலைப்பான் வினைப்படும் பகுதி உண்டாகின்றது. இதனு டன் ஒப்பிடும்போது கசிவுமுறைத் தொழில் நுட்பத்தில் பக்கம் நோக்கி அமையும் வினை யமைந்த பகுதியில் மறைமுகமான நிலையற்ற தன்மை உண்டாவதைக் காணலாம். தொடர்ந்த இயக்கத்தின் வழியாக ஒரு நாளைக்கு 250 மில்லியன் தரப்படுத்தப்பட்ட பருமன் அடி வளிமத்தை ஆக்கம் செய்ய, ஒவ்வோர் ஆண்டும், அத்தகைய பகுதியை உண்டாக்கி வளிமமாக்கம் செய்வது கட்டாயமா கின்றது. அலுமினியம் ஏற்றப்பட்ட அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு, எரிபொருள் எண்ணெய் உள்ள வெடிபொருள் சிறப்பாக அமைகின்றது. 20 மீ இடைவெளித்தொலைவுகளிலமைந்த 60 செ.மீ. விட்ட முடைய துளைகளில் வெடிபொருளை நிரப்பி வெடிக்க வைக்கும்போது அது நிலக்கரிப் படுகையை நன்கு முறிவுறச் செய்யும்.

குழாய்வழி வளிமமாக்கத்திற்கான தரை நிலை யத்திற்கு, ஓர் ஆக்சிஜன் நிலையம், ஒரு நீர் நிலையம், ஒரு வளிமத்தைச் செயல்முறைப்படுத்தும் நிலையம் ஆகியன வேண்டும். தரையில் சிறிதளவு தொலைவில மைந்த நீர்ப் படுகைகளிலிருந்து எக்கியின் வழியாக நீர் மேலேற்றப்பட்டு ஒரு குளத்தில் தேக்கி வைக்கப் பட்டுப் பின்னர் நிலத்தடிக்கு எக்கிவழியாகச் செலுத் தப்படுகின்றது. தரையில் அமைந்த வளிமமாக்கிகளுக் குத் தேவையாகும் உயர்பண்புடைய நீரைப் போன்று நிலத்தடிப் படுகையில் வளிமமாக்கத்திற் குத் தேவையாகும் நீர் உயர் பண்புடையதாய் இருக்க வேண்டியதில்லை. மேலும் இதற்காக நீர்பற்றாக் குறை உள்ள இடங்களில் நல்ல தரைநீரைப் பெறு வதற்குப் போட்டியிடும் கட்டாயம் ஏற்படுவதில்லை.

சிறிது உப்பான தரையிலிருந்து சிறிதளவு ஆழத் திலே அமைந்த நீரே போதுமானதாகும். இம்முறை யில் எதிர்பார்க்கப்படும் சுற்றுப்புற மாசுறும் பிரச் சினைகள் எதிர்பார்த்த அளவிற்கு அமைவதில்லை.

அடிப்படை ஆய்வுகள் நம்பிக்கையூட்டுவனவாக அமைகின்றன. நான்கு முக்கியமான தொழில்நுட்பக் கேள்விகளுக்குப் பதிலளிப்பதற்கேற்றவாறு ஆராய்ச் சியும் உருவாக்கத்திட்டமும் வடிவமைக்கப்பட்டுள் ளன. அவையாவன, தகுந்த இடங்கள் இருக்கின் றனவா, வளிமமாக்க முறையினைச் செயற்படுத்தும் பகுதியின் வழியாகப் போதிய ஊடுருவ இடம் தரும் இயல்புடையதாய் நிலக்கரிப் படுகையை முறி வுக்கு உள்ளாக்க முடியுமா, ஒரு வினைப்படும் பகு தியை உருவாக்கிக் கட்டுப்படுத்தமுடியுமா, இத்தகைய முறையை வணிக அளவில் செயற்படுத்த முடியுமா என்பனவாகும்.

உலோகச் செயல்முறைக்கான கோக் ஆக்கம்

உலோகச் செயல்முறைக்கான கோக்கினை ஆக் கம் செய்ய மூன்று பிரச்சினைகளை எதிர்நோக்க வேண்டியுள்ளது. அவையாவன, கோக் ஆக்கத்தின் காரணமாக வளிமண்டிலக் காற்று மாசுறுதல், உலோகச் செயற்பாடுகளுக்கான குறைந்த கந்தகம் கொண்ட நிலக்கரி வளங்கள் குறைதல், ஆற்றல் மூலங்கள் கிடைக்கப்பெறுவது குறைதல் ஆகியன வாகும்.

அமெரிக்க நாட்டின் நிலக்கரி ஆராய்ச்சிக்கான அலுவலகத்துடன் அமெரிக்க நாட்டின் எஃகுக் கழ கம் கோக் ஆக்கத்திற்காகக் கரியாக்கும் ஹைட்ரஜ னேற்ற முறையினை உருவாக்கிவருகின்றது. இம் முறைக்கான பதப்படுத்தாத நிலக்கரி தேவை யான அளவிற்கு நிலக்கரி உருவாக்கும் நிலையத்தில் உருவாக்கப்பட்ட பின்னர், இருபகுதிகளாகப் பிளக்கப்படுகின்றது. கரியாக்கத் தொகுதியின் வழி யாகப் பகுதி அளவு நிலக்கரி பதப்படுத்தப்படு கின்றது. இங்கு இத்தொகுதியில் நிலக்கரியில் எளி தில் ஆவியாகும் பொருள்கள் நீக்கப்பட்டுப் பின்னர், பகுதி அளவு கந்தக நீக்கம் செய்யப்பட்ட பின்னர், கரிப்பொருளாக்கப்படுகின்றது. இக்கரிப்பொருளே உலோகப் பொருள்களின் செயற்பாட்டிற்குத் தேவை யான கோக்கினை ஆக்கம் செய்வதற்கான அடிப் படைப் பொருளாக அமைகின்றது. ஒருமுறையில் பெறப்பட்டுக் கொண்டு செல்லும் எண்ணெயுடன், நிலக்கரியின் இரண்டாம் பகுதியைச்சேர்த்து நீர்மக் கலவை ஆக்கி ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்து பெரும்பான்மையான நிலக்கரி நீர்மமாக்கப்பட்டு விடுகின்றது. இதன் எளிய பாய்வு வரை படம், படம் 34 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கரியாக்கத்தின் வழியாகவும், ஹைட்ரஜனேற்றத் தின் வழியாகவும் பெறப்பட்ட நீர்ம விளைபொருள் கள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு, மைய நீர்மச் செயற்படுத்

கரி
கரியாக்கம்
கோக் ஆக்கம்
உலோகவியல் கோக் உருண்டைகள்
நிலக்கரி
நிலக்கரி ஆக்கம்
நீர்மஎரிபொருள்
நீர்மத் தூய்மிப்பு
வேதித் திவனம்
திண்மம் அல்லது நீர்மம்
வளிமம்
ஹைடிரஜ னேற்றம்
வளிமம்
வளிமத் தூய்மிப்பு
வேதித் திவனம்
வளிம எரிபொருள்

படம் 34. தூய கோக் செயல்முறையின் எளிய விளக்கப் படம்

தும் தொகுதி வழியாகச் செயல்முறைப்படுத்தப்படுகின்றது. இத் தொகுதியில் நீர்மங்கள் செயல் முறைப் படுத்தப்பட்டு, குறைந்த கந்தகம் கொண்ட நீர்ம எரிபொருள்களாகவும் வேதியியல் ஊட்டப் பொருள்களாகவும் எண்ணெய் பகுதிப் பொருள்களாகவும் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றன. இவை, இம் முறையின் மற்ற பகுதிகளுக்கு மீள்சுழற்சிக்காகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மீள் சுழற்சிப் பின்ன எண்ணெய் ஒன்று ஹைடிரஜனேற்ற வினைக்குத் தேவையாகும் பொருளைக் கொண்டு செல்லும் எண்ணெயாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இரண்டாவது மீள்சுழற்சி எண்ணெய் கரியாக்கம் செய்யும் கருவிக்கு அனுப்பப் பட்டுப் பிட்ச் கோக்காக (நிலக்கீல் கோக்காக) மாற்றம் செய்யப்படுகின்றது. பிணைப்பிற்காகப் பயன்படும் மூன்றாவது மீள் சுழற்சி எண்ணெயுடன், நிலக்கீல் கோக்கும் கரிப்பொருள் கலவையும் கலக்கப் பட்டு,அக்கலவை கோக் உருவாக்கும் தொகுதியில் சிறு உருண்டைகளாக மாற்றம் செய்யப்படுகின்றன. இவ் வுருண்டைகள் பின்னர் சூட்டினால் கெட்டியாக்கப் பட்டு உலோகச் செயற்பாட்டிற்கான கோக்காக உருவாக்கப்படுகின்றன. இக்கோக்கில் வன்மையானது, மரபுவழியில் கோக் ஆக்கம் செய்யும் முறைகளில் உருவாக்கப்பட்ட ஊதுலை கோக்கின் பண்பிற்கு இணையானதாகும். இறுதியான கோக்கின் வழியாகக் கரிப்பொருள் ஆக்கத்திலிருந்து தோன்றும் கோக் உருவாக்கும் சுழற்சி மூடிய அமைப்பாகச் செயல்படுத்தப்பட்டு, அதிக வெளியாகும் வளிமங்கள் (effluent gases) ஒன்று திரட்டப்பட்டு, அம்முறையில் மீண்டும் கொண்டுவரப்படுகின்றன. இவ் வாறாக இந்த இயக்கங்களின்போது, எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களின் வெளியேற்றம் (voltatile-matter delivery) குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இல்லை. மேலும் சுற்றுப்புற வளிமண்டலம் மாசுறுவதில்லை. பொது அமைப்பின் வழியாக எல்லா இயக்கங்களிலிருந்தும் உண்டாகும் வளிம விளைபொருள்கள் செயல்முறைப்படுத்தப்பட்டு வேதியியல் ஊட்டப் பொருள்களும் குறைந்த கந்தகம் கொண்ட வளிம எரிபொருள்களும் மறுசுழற்சிக்கான ஹைடிரஜனும் வழங்கப்படுகின்றன.

ஜெ.சு.

நூலோதி

1. Considine, D.M., Handbook of Energy Technology, McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.
2. Averitt, P., Coal Resources of Unites States, U.S. Geological Survey Bulletin, 1275, U.S, Government Office, Washinton D.C., 1960.

ஆற்றல், நிலவெப்ப

நிலக்கோளத்தின் எரிமலைப் பகுதிகளிலும், நிலப் புறப்பகுதி மடியும்போது உருவாக்கப்பட்ட இளமையான மலைப் பகுதிகளிலும் இயற்கையாகத் தோன்றக் கூடிய நீராவியிலிருந்தும் வெப்ப நீரிலிருந்தும் பெற்றுப் பயன்படுத்தக் கூடிய ஆற்றலே நிலவெப்ப ஆற்றல் (geothermal energy) ஆகும். வெப்ப நீரூற்றுகளும் (hot springs) நீராவித் துளைகளும் (steam vents) உயர் வெப்ப நிலையில் வளிமங்களையும் ஆவிகளையும் வெளியிடும் எரிமலைப் பகுதியிலுள்ள துளைகளும் (fumaroles) பாறையுடன் அடி நிலநீருடன் தொடர்பு கொண்டு தடையற்ற பாய்வு இல்லாமற் போகும்போது வெப்பத்தின் காரணமாக நீராவி ஆக்கப்பட்டு நிலப்பரப்பின் மீது நீராவியாகவும், வெப்ப நீர்த்தாரையாகவும் அடுத்தடுத்து வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களாகவும் (geysers) நிலவி வருகின்றன. புத்துயிரூழிக் காலத்தின் (cenozoic) பிற்பட்ட காலத்தில் எரிமலை இயக்கம் இருந்த நிலப்பகுதிகளில் நிலவெப்ப ஆற்றலைப் பெறுவதற்கான பணிகள் முன்னேற்றமடைந்து வருகின்றன. உலக ஆற்றல் தேவைகளைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது கிடைக்கக் கூடிய நிலவெப்ப ஆற்றல் உலகின் ஒரு சில பகுதிகளிலே மட்டும் அடங்கியுள்ளதைக் காணலாம். நடைமுறைப் பயன்பாட்டில் பெறத்தக்க நில வெப்ப ஆற்றலளவு குறிப்பிடத்தக்கதாய் இருந்தாலும், இந்த அளவு அடிக்கடி மிகைப்படுத்திக் கூறப்படு

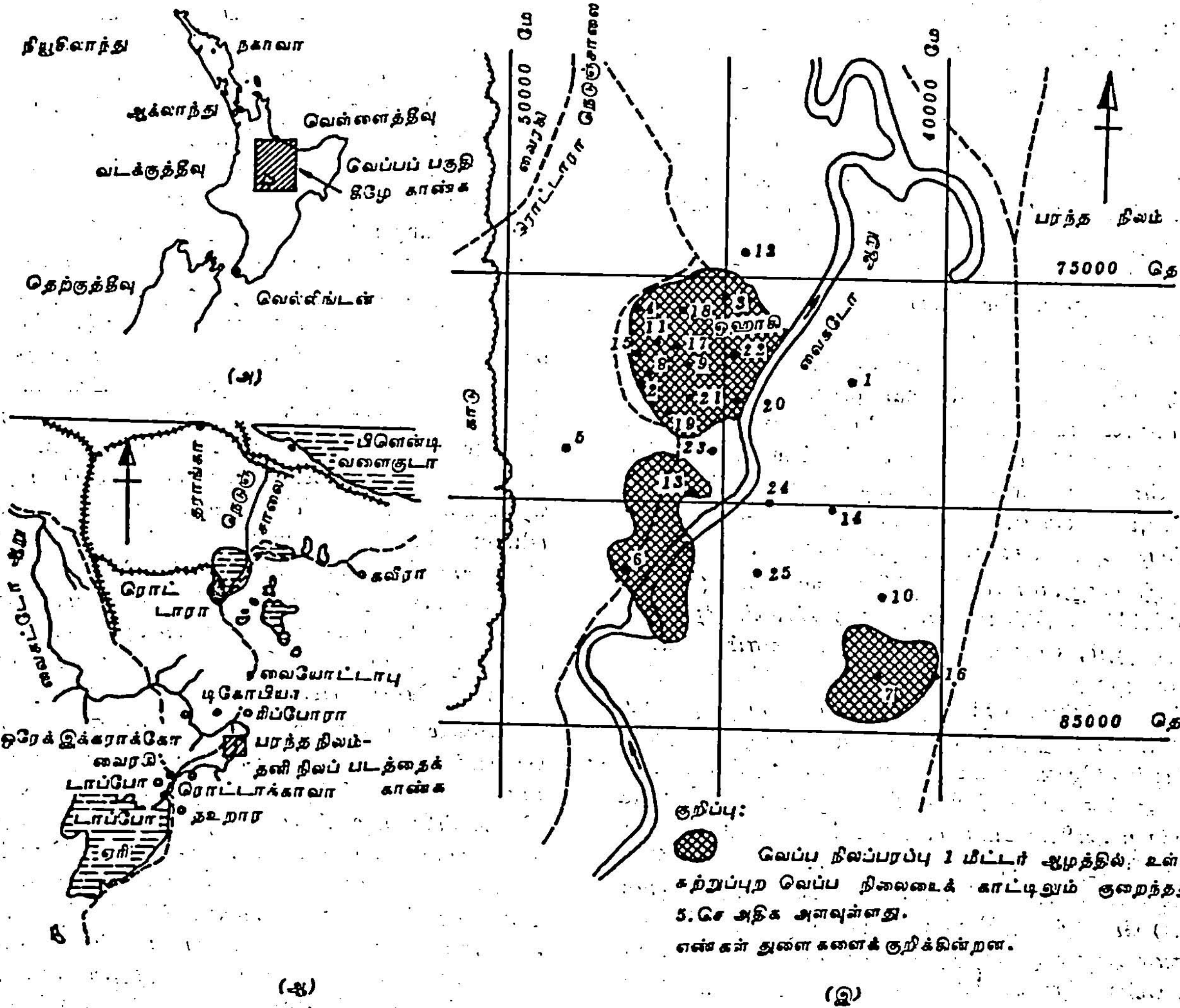
கின்றது. உலகின் ஒரு சில நல்வாய்ப்புடைய பகுதிகள் நீங்கலாக, உலகின் ஆற்றல் தேவைகளுக்கு நில வெப்ப ஆற்றல் பேரளவில் நன்மையினை வழங்க இயலாது.

நிலத்தகத்திலிருந்து நிலப் புறப்பரப்பிற்கு வெப்பம் கடத்துதலின் வீதம் சராசரியாக 1 நொடிக்கு ஒரு சென்ட்டிமீட்டருக்கு 1.5 கலோரி ஆகும். ஓர் ஆண்டுக் காலத்தில் நிலக்கோளத்தின் மொத்தப் பரப்பிலும் வெளிவரும் இவ்வெப்பத் தொடர் 10^{20} கலோரிகளுக்கும் அதிகமானதாகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் 10 கிலோ மீட்டர் ஆழத்தில் பாறைகளிலுள்ள வெப்பத் தேக்கம் 6×10^{24} கலோரிகள் என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இவ்வெப்பத்தில் பெரும்பான்மையான அளவைப் பெற இயலாமையினால் இந்த அளவு பொருளற்றதாகின்றது. நில வெப்ப ஆற்றலை மீட்பதற்கு ஏற்றவாறு, நில வெப்பம் நிலவெப்பத்தேக்கங்களில் செறிந்திருக்க வேண்டும். மேலும் இவ்வெப்பம் நில இயல் நிகழ்ச்சிகள் (geological processes) வழியாக நீண்டகாலமாகத் திரண்டுத் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். பின்னர் உலகின் சில பகுதிகளில் மட்டுமே தக்க நிலஇயல் கட்டமைப்பு நிலத்தடியில் அமையும் போது, அவை பயன்படுத்தத் தக்க நில வெப்பத் தேக்கங்களாக உருவாகின்றன.

தற்போதுள்ள லார்டரல்லோ வயலிற்கு (Larderello field) அருகில் 18 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பட்ட காலத்திலும், 19 ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்ப காலத்திலும் குளித்தலுக்கான குளங்களை வெப்பமூட்டுவதற்கு மட்டுமல்லாமல் பிற பயன்பாடுகளுக்கும் நில வெப்ப ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவது இத்தாலி நாட்டில் தொடங்கப்பட்டது. லார்டரல்லோ வயலும், அண்மையில் நில வெப்ப ஆற்றலைப் பெறும் இடமான அமியாட்டா மலையும்(Mt. Amiata)இத்தாலிக்கு மேற்குப் புறத்தில் பைசாவிற்கு அருகில், அமைந்துள்ளன. வெப்பமான குளங்களிலிருந்து (hot pools) போரிக் அமிலத்தைப் (boric acid) பெறுவதற்காக ஆழம் குறைந்த துளைகளிலிருந்து (shallow bore wells) நீராவியும், எரிமலைப் பகுதித் துளையிலிருந்து வெளிப்படும் நீராவியும் முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இம் முறையில் போரிக் அமிலத்தைப் பெறுவதற்கான தொழிற்சாலை பல்லாண்டுகளாக நிலவி வந்துள்ளது. 1904 ஆம் ஆண்டில், நில வெப்ப ஆற்றலைப் பெறும் வயலின் சொந்தக்காரரான இளவரசர் பியரோ கான்ட்டி (Prince Piero Conti) உள்ளூர் மின் வழங்கீட்டு நிறுவனத்துடன் ஏற்பட்ட கருத்து வேறுபாட்டின் காரணமாக நிலத்தடியில் இயற்கையில் கிடைக்கும் நீராவியினைக் கொண்டு நீராவிப் பொறியையும் (steam engine) மின் ஆக்கியையும் (generator) இணைத்தார். இத்தகைய இணைப்பு வெற்றிகரமாக அமைந்ததால், 1913 ஆம் ஆண்டு, 250 கிலோ வாட் திறன் கொண்ட முதல் நில வெப்பத் திறன் மின்நிலையம் geothermal power plant) நிறுவப்பட்டது. நில வெப்பத் திறன் வழியாக மின்ஆக்கம் செய்யும் பயன்பாடு உயர்ந்ததனால் 1975 ஆம் ஆண்டுவரை சரியாக 405 மெகா வாட்டுகள் அளவில் நிறுவப்பட்ட திறன் ஆக்க அளவு அமைந்தது.

பல் நோக்குடைய பயன்பாட்டுடன் பேரளவிலான புதுமுறை உருவாக்கங்கள் லார்டரெல்லோ வயலால் அமைந்தன. தொடக்கக் கால உருவாக்கத்தில் மின்திறன் ஆக்கத்துடன், நில வெப்பப் பாய்மங்களிலுள்ள (geo thermal fluids) போராக்ஸையும் பல வித வேதியியற் பொருள்களையும் பெறுவது குறிக்கோளாக அமைந்தது. வெப்பப் பரிமாற்றிகளைப் (heat exchangers) பயன்படுத்தி, சுழலிகளில் தூய பாய்மங்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் வேதியியற் பொருள்களின் மதிப்புக்குறைந்த போதும், அரித்தல், உராய்வு ஆகியவைகளை எதிர்ப்பதற்கேற்ற கட்டுமானங்களைக் கொண்ட மேம்பட்ட பண்புகளைக் கொண்ட சுழலிகள் உருவாக்கப்பட்டதனாலும், இடைநிலை வெப்பப் பரிமாற்றிகளைப் (intermediate heat exchangers) பயன்படுத்தும் நிலையங்கள் இடைநிலை வெப்பப் பரிமாற்றிகளுக்குப் பதிலாக நேரடியாகவே நீராவியினை உட்கொள்ளும் சுழலிகள் (direct intake turbines) பயன்படுத்தப்பட்டன. நேரடியாகவே நீராவியினை உட்கொள்ளும் சுழலிகளைக் குறைந்த செலவில் கட்ட இயலும். மேலும் வெப்பப்பரிமாற்றிகளில் இழப்புகள் இல்லாமையினால், ஓர் அலகு நீராவிக்கு மிகுந்த அளவு திறனை ஆக்கம் செய்யலாம்.

வளிமண்டலத்திற்கு நேரடியாக வெளியேற்றம் செய்யக் கூடிய சிற்றளவு (1.5 இலிருந்து 5 மெகா வாட் வரை) மின்திறன் சுழலிகளை அமைப்பது இத்தாலியில் மற்றுமொரு புது முறையாக அமைந்தது. புதிய வயல்கள் உருவாக்கப்பட்ட தொடக்கக் காலத்தில், தனித்தனிக் கிணறுகளில் இத்தகைய அமைப்புகள் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்பட்டன. பின் அழுத்தமுடைய சுழலிகளைப் பயன்படுத்துவதன் சில நன்மைகள் கீழே வருமாறு. முதலாவதாக, இச் சுழலிகள், கார்பன் - டை - ஆக்சைடு போன்ற நீர்மமாகாத வளிமங்களுக்குப் (non condensable gases) பதிலாகப்பேரளவில் நீராவியைக் கையாளும். புதிதாகத் திறக்கப்பட்ட ஒரு வயலில், இந்தக் கார்பன்-டை-ஆக்சைடின் அளவு அவ்வயலில் பெறப்படும் வளிமங்களின் எடையில் 30 விழுக்காட்டிற்கும் மிகும். இவ்வாறாகத் தேக்கத்தின் மேற்பகுதியிலமைந்து நீண்டகாலமாகச் செறிவூட்டம் பெற்ற வளிமம் வெளியேறுகின்றது. மேலும் நீர்மமாகாத வளிமங்களுக்கும், நீராவிக்குமுள்ள விகிதம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை மேம்படுத்தப்படுவதனால் வழக்கமான நீராவி செறியும் சுழலிகளில் (conventional condensing turbines) இதனைப் பயன்படுத்த முடிகின்றது. இரண்டாவதாக, நிலவெப்பத்திறன் ஆக்கம் செய்வதற்கான



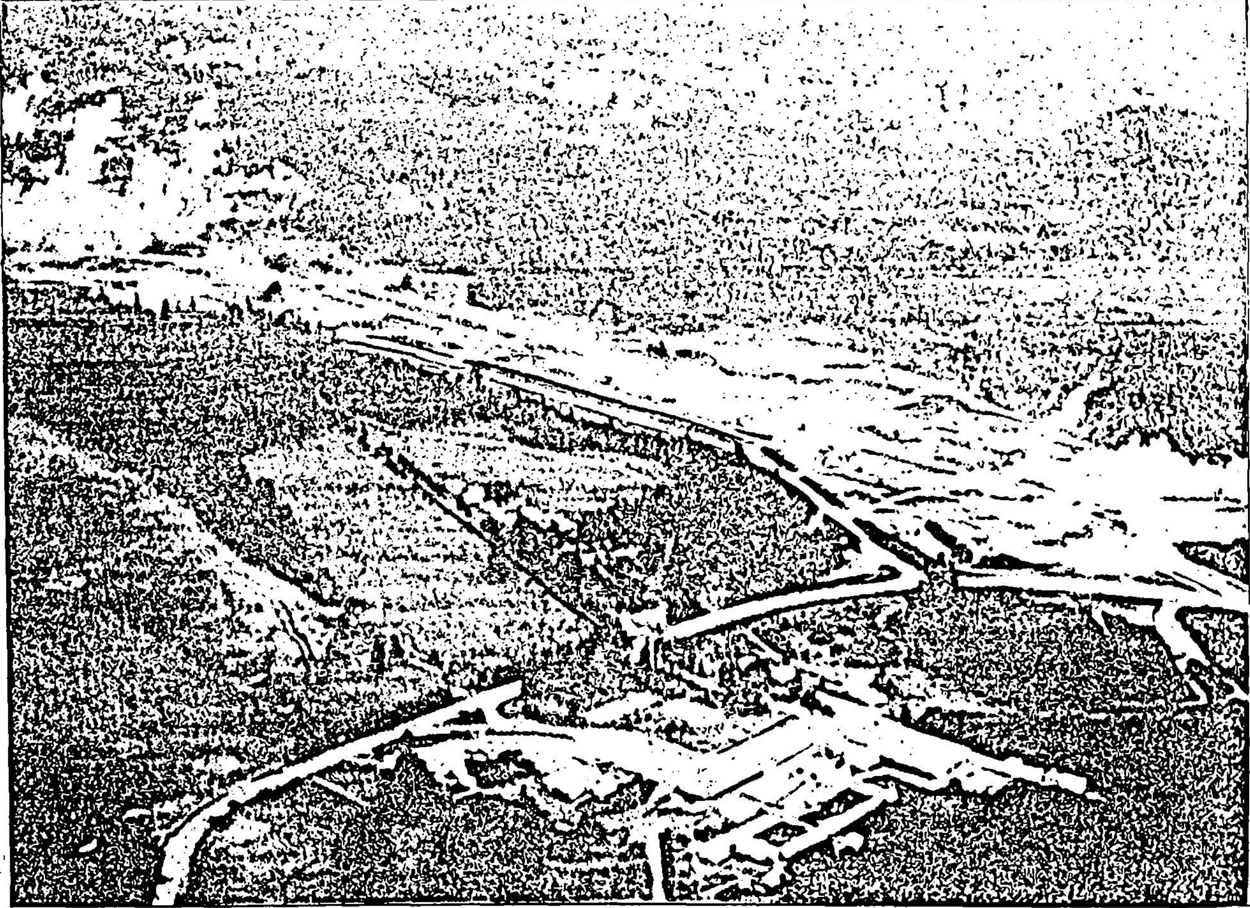
படம் 1. நியூசிலாந்திலுள்ள நில வெப்ப ஆற்றல் வளம்

(அ) வட,தென் தீவுகளில் வெப்பப்பகுதி காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. (ஆ) வெப்பப்பரப்பு (இ) பரந்த நிலப்பரப்பு

சோதனையின்போது தேக்கத்தின் வெப்பநிலை அழுத்தம், பருமன் அளவு ஆகியவற்றின் தொடர்புகளைத் தீர்மானிக்க இயலும். மேலும் பரந்த அளவில் உருவாக்கத்திற்காக முதலீடு செய்வதற்கு முன்னரே தேக்க வாழ்நாளை முன்கணிக்க இயலும். சோதனைக் காலத்தில் ஆக்கம் செய்த மின்சாரத்தின் வழியாகப் பெறப்பட்ட வருவாயானது சில நேரங்களில் இரண்டிலிருந்து மூன்றாண்டுகள் வரையிலும் அமையும். இவ்வருவாய் ஆய்விற்காகச் செய்யப்படும் செலவுகளிலிருந்து பெறப்படும் குறிப்பிடத் தக்கதொரு வருவாயாகும்.

நியூசிலாந்து. *1932* ஆம் ஆண்டிலேயே நியூசிலாந்தில் வடக்குத் தீவில் (North Island) வெப்ப ஊற்றுக்கள், (hot springs), நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்

படும் வெந்நீரூற்றுக்கள் (geysers) போன்றவற்றிலிருந்து வெப்பத்தை நிலத்திலிருந்து வெளியிடும் அமைப்புக்கள் இருக்கின்றனவாவென்ற ஆய்வு தொடங்கப்பட்டது. *1948* ஆம் ஆண்டுவரையில் நில வெப்ப மின் நிலையம் (geo thermal power station) கட்டுவதை இலக்காகக் கொண்டு, நில வெப்ப மூலங்களைக் கண்டறிவதற்கான தீவிர ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படவில்லை. *1953* ஆம் ஆண்டில், வைரகி பகுதியில் (Wairakei area) மின் நிலையம் கட்டுவதற்குத் தேவையான அளவில் நீராவி கிடைக்கின்றதெனக் கண்டறியப்பட்டது. 1958ஆம் ஆண்டு முதல் வைரகி நிலவெப்ப மின் நிலையம் முடிக்கப்பட்டது. இரண்டாவது நிலையம் *1963* ஆம் ஆண்டு முடிக்கப்பட்டது. நில வெப்ப மூலங்களை



படம் 2. வானிலிருந்து காணப்பெறும் வைரகிப் பள்ளத்தாக்கு

புதுச்சுற்றுலா விருந்தகக் கழகத்தின் தங்குவதற்கான கட்டிடங்களை முன்புறத்தில் காணலாம். இவ்வமைப்பு மாநில நெடுஞ்சாலை எண் 1 க்குச் சிறிது தொலைவில் அமைந்துள்ளது.

நியூசிலாந்து நாடு நன்கு பெற்றுள்ளது. எரிமலைத் தொடர்களின் மையக் கூட்டத்திற்கும் (மலை ரபியூ, மலை என்காருஹோ, மலை டாங்கரிரோ - Mount Ruapehu, Mount Ngauruhoe and Mount Tongariro) பிளென்ட்டி வளைகுடாவில் வெள்ளைத் தீவு எரி மலைக்கும் (White Islan Volcano in the Bay of Plenty) இடையில் வடக்குத் தீவின் குறுக்காக 250 கி.மீ. நீளத்திலும், 50 கி.மீ. அகலத்திலும் ஒரு நில வெப்ப வளாகம் அமைகின்றது (படம் 1). இந்த வளாகத் துள் பல்வேறுபட்ட வெப்ப இயக்கங்களைக் காண லாம். அவையாவன, நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்கள் (geysers), உயர் வெப்ப நிலையில் வளிமங்களையும் ஆவிகளையும் வெளிவிடும் எரிமலைப் பகுதியிலுள்ள துளைகள் (fumaroles), வெப்ப நீர் ஊற்றுக்கள் (hot springs) தொதிக்கும் சேற்றினைக் கொண்ட குளங்கள் (pools of boiling mud) ஆகும். பலவிதச்செயற்படும் பகுதி களில் வைரகி பகுதியும் ஒன்றாகும். இப்பகுதியி லுள்ள நீரைக் கொண்ட படுகைகளின் (aquifers) வெப்பநிலை 300° செ. இற்கும் மேலானதாகும். வானிலிருந்து காணும்போது கிடைக்கும் வைரகி பள் ளத்தாக்கின் தோற்றம் படம் 2 இல் காட்டப்பட் டுள்ளது.

நிலத்தில் தோண்டப்பட்ட 60 துளைகள் வழி யாக நீராவி, மின்நிலையத்திற்கு வழங்கப்படு கின்றது. இவற்றில் பாதித் துளைகள் உயர் அழுத்த நீராவியினை 12 kscm (சதுர சென்ட்டி மீட்டருக்கு ஒரு கிகி) அழுத்தத்தில் வெளியேற்றுகின்றன. மற் றவை இடைப்பட்ட அழுத்தமான 5 kscm அழுத்தத் தில் நீராவியை ஆக்கம் செய்கின்றன. ஆய்விற்குத் தேவையான துளைகளுடன் சேர்ந்து நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட துளைகள் தோண்டப்பட்டுள்ளன.

நிலத்தடி நீரினைப் பெரிய அளவில் பயன்படுத் தத் தொடங்கும்போது, எல்லாத் துளைகளிலிருந்தும் வெளியீடு மெதுவாகக் குறைந்து கொண்டேவரும். அதே போன்று வைரகி வயலிலும் அதன் வெளியீடு குறையலாயிற்று. ஆக்க அளவு மென்மேலும் குறைந்து கொண்டேவருகின்றது. ஆனால் மின் திறன் வெளியீடு குறையவில்லை. கிணற்றின் தலைப் பகுதியில் அழுத்தத்தினைக் குறைக்கும்போது, பெரும் பொருண்மையுள்ள நீராவியினைப் பெறலாம். இந்த நீராவியுடன் வெப்ப நீரினைப் பயன்படுத்தும்போது மின்நிலையத்தின் வெளியீட்டைக் குறையவொட்டா மல் நிலைநிறுத்தலாம். மிகவும் குறைந்த ஆக்க அள வினைக் கொண்ட உயர் அழுத்தத்துளைகளில், அழுத்தத்தினை இடைப்பட்ட அளவுக்குக் குறைத்து இடைப்பட்ட அழுத்த அமைப்பினுடன் (intermediate pressure system) இணைத்துள்ளனர்.

அறிவியல் அறிஞர்கள் வைரகி வயலில் நிலத்தடி நிலைக்கான தோற்றத்தினை உருவாக்கியுள்ளனர். இது பரந்த அளவில் வெப்பத்தால் பிளவுண்டபாறை களில் ஆயிரக்கணக்கான மீ ஆழம் வரை, பல கிலோ மீட்டர் அகலத்தில் நீர் நிரம்பப் பெற்றிருப்பதை யும் எரிமலையின் தீவிர இயக்கத்தின் காரணமாகப் பத்து லட்சம்ஆண்டுகளாக ஏற்பட்ட விளைபொருள் களையும் கொண்டுள்ளதைக் காட்டுகின்றது. இந்தப் பரப்பில் பெரும் பகுதியில் நீரானது தரையிலிருந்து மெதுவாகக் கீழே கசிந்தொழுகி வெப்பப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. இவ்வாறாகக் கீழ் இறங்கியுள்ள நீருக்கு மூலமாக மழைநீர் அமைந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதப்படுகின்றது.

இவ்வாறாக, வெப்ப நீர்த் தேக்கம் (hot water reservoir) அமைந்து நீண்ட நாள் வரை இருப்பதற்கு வாய்ப்பு உண்டாகின்றது. ஆனால் இதற்கென தொடர்ந்த அறிவியல் விழிப்பும் பேரளவு ஆய்வும் தேவையாகின்றன. நெடுந்தொலைவில் அமைக்கப் பட்ட துளைகளுக்கிடையே நேரடிக் குறுக்கீடு ஏதும் அமைவதற்கான சான்றில்லை. துளைகள் ஓரளவில் அண்மையில் இருக்கும்போது கூடப் பெரிய பிளவுகளிலிருந்து நேரடியாக ஊட்டப்படும்போது ஒன்றின் மீது மற்றொன்று செயலாற்றுவதில்லை. ஆனால் ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்புடைய தரை யினைக் கொண்ட இடங்களில் ஓரளவு அண்மையி லமைந்த துளைகள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று செயலாற்றுவதாய் உள்ளன. நுண்துளைகள் கொண்ட தரையின் மீது 30 மீ இடைவெளி தொலைவிலமைந்த இருதுளைகளில் செய்யப்பட்ட சோதனைகளில் ஒரு துளை மற்றொன்றுடன் சிறி தளவே எதிர்விளைவினைக் கொண்டுள்ளதென்றும் ஒருதுளையினை மூடியவுடன் மற்றொரு துளையின் வெளியீடு 10 விழுக்காடே கூடுதலாக உயர்கின்ற தென்றும் அறியப்பட்டது. ஆனால் பிளவுண்ட அமைப்பில் ஊடுருவும் 20 மீ இடைவெளியிலமைந்த இருதுளைகள் ஒன்று மற்றொன்றைப் பாதிப்பதாய் அமையவில்லையென்றும் கண்டறியப்பட்டது. ஒன் றுடன் மற்றொன்று அருகில் அமைந்த துளைகளுக் கிடையில் அடிப்புறமாக நேரடித் தொடர்பு அமை கின்றது. ஆனால் அதன் காரணமாகத் துளைகளின் வெளியீடு குறைவதில்லை. ஆழத்தில் அழுத்தக் குறைவும் வெப்பநிலைக் குறைவும் 4 சதுரக் கி.மீ புறப் பரப்பளவில் நிலச் சரிவும் எல்லா நீராவி வயல் களிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. அழுத்த மும், வெப்பநிலையும் மிகவும் குறைந்தபோதிலும் முழு அளவிலான வெளியீடு பல ஆண்டுகள் வரை யிலும் தொடரும் என்றே பொதுவான அறிகுறிகளி லிருந்து காணப்படுகின்றது.

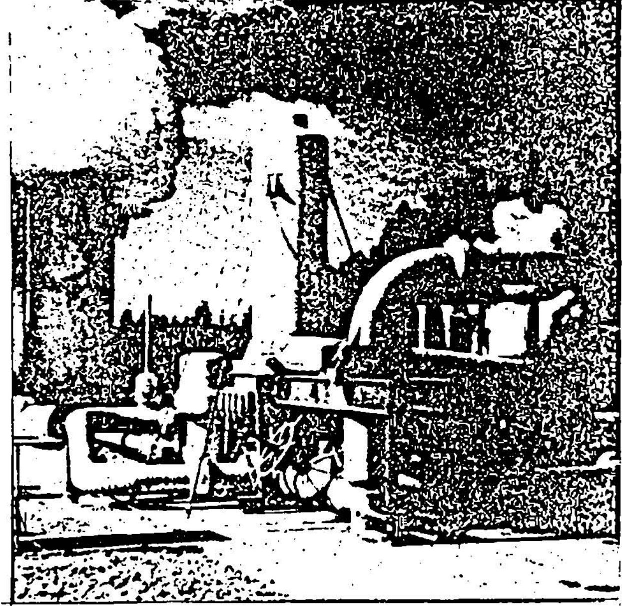
துளைகளிலிருந்து வெளிவரும் மிகுந்த அளவு வெப்பநீர் வீணாக்கப்பட்டாலும் துளைகளின் வெளியீட்டின் முதன்மையான மூலமாக இவ் வெப்ப நீர் அமைகின்றது. வெளியீட்டின் மொத்த எடையில், 80./· விழுக்காடு எடை வெப்ப நீராக

அமைகின்றது. அழுத்தம் குறையும் போது, உயர் வெப்பநிலையிலும் உயர்அழுத்தத்திலும் நீர் கொதித்து நீராவியாகின்றது. இம்முறை நீராவித் துளைகளிலும் கிணற்றின் பிரிக்கும் அமைப்புகளிலும் (well separators) நடைபெறுகின்றது. பிரிக்கும் அமைப்பிலிருந்து வெப்ப நீர் அழுத்தத்துடன் வெளியேறி, பக்க வழிக் குழாயிலுள்ள கட்டுப்படுத்தும் துளையின் வழியாக அமைதியாக்க அமைப்பிற்குச் (silencer) செல்கின்றது. (படங்கள் 3, 4). அழுத்தம் வளி மண்டல அழுத்தத்திற்கு அருகில் குறையும் போது, அதிகப் பருமன் அளவுள்ள நீராவி ஆக்கப்படுகின்றது. நீர் கழிவு நீராக வெளியேற்றப்படுகின்றது. நீராவி கோபுரங்களின் உச்சிகளிலிருந்து வெளியேறுகின்றது. இத்தகைய நீராவி வெளியேற்றம் கழிவு நீராவியாக, அமைந்து இவ்விடங்களைக் காண வருபவர்கட்குத் தடுமாற்றத்தினை உண்டாக்குகின்றது. இத்தகைய நீராவி வெளியேற்றம் நீராவித் துறை முழுவதற்கும் மிகவும் சிறப்பியல்புடையதாய் அமைகின்றது. அதிக அளவு ஆற்றல் இழப்பாக இந்த நீராவி வெளியேற்றம் காணப்பட்டாலும் உண்மையிலே, இந்நீராவி எவ்விதப் பயன்பாட்டிற்கும் உதவுவதில்லை. உயர் அழுத்தக் கிணறுகளில், வெப்ப நீரின் அழுத்தத்தைத் திடீரெனக் குறைக்கும்போது, இடைப்பட்ட அழுத்த அமைப்பிற்கான நீராவியை உருவாக்க இயலும். வெப்ப நீரை ஓரளவிற்குப் பயன்படுத்துவதற்கேற்ற வாறு இம்முறை அமைகின்றது.

வைரகி வயலில் முதன்மையான நீராவிக்குழாய் வழிகளின் (main steam lines) மொத்த நீளம் 20 கி.மீ இற்கும் அதிகமானது. இக்குழாய்களின் விட்ட அளவு 50 செ.மீ. முதல் 75 செ.மீ வரையாகும். இத்துடன் கிளைக்குழாய் வழிகள் பல கி.மீ. கூடுதலாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

வைரகி வயலும் அதற்கு அருகேயும், நில வெப்பத் திறனைப் பெறுவதற்கான வேலைகள், நியூசிலாந்தின் நில வெப்ப மூலத் தேவைகளில் ஒரு சிறிய பகுதியினையே கொண்டதாகும். நியூசிலாந்தின் நில வெப்பதிறன் தேவை 2000 மெகா வாட் என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. வைரகி வயலில் நில வெப்பத் திறன் வழியாக மின் ஆக்கம் செய்வதோடல்லாமல் கவீரா (Kawerau) என்ற இடத்தில் மரக் கூழ் மற்றும் காகித ஆலைத் தொழிலுக்கு இத்திறன் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. மேலும் இத்திறன் ரொட்டாரா (Rotorua) என்ற நகரத்திலும், மற்ற வெப்பப் பகுதிகளிலும் வீட்டிற்கான பயன்பாட்டிற்கும், வணிகத் தொழிற்சாலைப் பயன்பாட்டில் சிறிய அளவிற்கும் பல்லாண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுவந்தது.

அண்மை ஆண்டுகளில், மற்ற பல்வேறுபட்ட நில வெப்ப வயல்களில், ஆய்விற்கான துளைகள் போடப் பட்டன. இவற்றில் ஒன்றான பிராடுலாந்து என்ற



படம் 3. அடிப்புறச் சுழல் காற்று வெளிவழியினைப்பயன் படுத்தும் ஒரு வகையான கிணற்றுத் தலைப்புறஅமைப்பு.

இடப் புறமாக இருக்கும் இரட்டைக் கோபுரஓசை பரவாது இருக்கச் செய்யும் அமைப்பின் வழியாக நீரை முழுமையாகக் கட்டுப்படுத்துவதுடன் ஒலியை ஏற்கத் தக்க அளவிற்குக் குறைக்கவும் செய்கின்றது. நிலத்தின் முற்புறமாகக் கிணறு அமைந்துள்ளது. இக்கிணறு, பிரிக்கும் அமைப்புடன் அகன்ற வளைந்த குழாயின் வழியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. நீராவியும் நீரும் சாதாரண மையவிலகு விசை இயக்கத்தினால் பிரிக்கப்படுகின்றன. சுழல் காற்று அமைப்பிலிருந்து பாயும் நீராவியானது, சுழல் காற்று அமைப்பின் இடப்புறமாக அமைந்த பந்து வடிவான தடுத்து நிறுத்தக் கூடிய கொள்கலத்தில் சென்ற பின்னர் நிழற்படத்தின் வலப் புறமாகக் காணப்படும் கிளைக் குழாய் வழியாக முதன்மையான நீராவிக் குழாய் வழியை அடைகிறது. தொடுகோட்டு நீர் வெளியேறு வழி நீர் உருள்கலனுடன் இணைக்கப்பட்டு அதன் பின்னர் அமைதியாக்க அமைப்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இடத்தில் அமைந்த துளையான 150 மெகா வாட் வெளியீட்டிற்கு ஏற்றவாறு துளையிடப்பட்டுள்ளது.

ஓரகைகோரககோ, ரிப்போரோவா, ரோட் டோக்காவா, டஹாரா, டிக்கோபியா, வையோட் டாபு, நகாவா (Orakeikorako, Reporoa, Roto Kawa, Tauhara, Tekopia, Waiotapu, and Ngawha) ஆகியன மற்ற ஆய்விற்கானது துளைகள் இடப்பட்ட இடங்களாகும். நெடுந்தொலைவு வடக்கிலமைந்த நகாவாவைத் தவிர்த்து, இப்பகுதிகள் யாவும், வடக்குத் தீவின் வெப்பப் பகுதியில் அமைகின்றன.

நியூசிலாந்தில் இதுவரை துளையிடப்பட்ட நில வெப்ப வயல்கள் யாவும், வெப்ப நீர் வயல்கள் (hot water fields) என்று வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அமையும் வெப்ப நிலைகளும் (formation temperatures) அதன் காரணமாக வெளியேற்றத்தின் தொகு வெப்ப அடக்கமும் (enthalpy of discharge) ஒரு



படம் 4. இரட்டை வேகப்பாய்வுத் தொகுதியும் தனித்த இடைநில அழுத்தப் பிரிக்கும் அமைப்பும். குறைந்த அழுத்தங்களில் நீராவியினஓர் அலகு எடைக்கான தன்பருமன் (specific volume) உயர்வதன் காரணமாக, இரண்டு இடைப்பட்ட குறைவழுத்தப் பிரிக்கும் அமைப்புகள் தேவையாகின்றன. இவை இடப்ற புறத்தில் காணப்படும் இரண்டு உயர்ந்த கொள்கலங்கள் ஆகும். தரையை ஒட்டிய நிலையில் காணப்படும் கொள்கலங்கள் நீரைக் கொள்ளும் உருளை வடிவக் கலங்களாகும். கழிவாக, இறுதியாக வெளியேற்றப்படும் நீரின் அளவை ஏற்பதற்கு இரண்டு அமைதியாக்க அமைப்புகள் (silencers) தேவையாகின்றன.

வயலிற்கு மற்றொரு வயல் வேறுபடுகின்றன. வைரகி வயலின் வெப்ப நிலை 260° செ. ஆகும். பிராடு லாந்து வயலில் இதுவரை அளக்கப்பட்ட உயர்ந்த வெப்ப நிலை 307° செ. ஆகும் (படம் 5). பொது வாக இவ்வயல்களுக்கான வேதியியல் ஒன்றேயாகும். எனினும், இவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் விவரங்கள் வேறுபடுகின்றன. மொத்தம்கரைந்துள்ள திண்மப் பொருளில், குறைந்த அளவான ஒரு மில்லியன் பகுதி யில் 4000 பகுதிகள் எல்லா வயல்களிலும் பொது வாகக் காணப்படுகின்றன.

பிற்கால வயல்களின் பயன்பாடு மின் திறன் ஆக்கத்தைக் கொண்டதாய் அமையலாம். எனினும் மற்ற வகைப் பயன்பாடுகளை ஒதுக்க இயலாது. வைரகி வயலுடன் ஒப்பிடும்போது, பிற்காலத்திற் கான உருவாக்கங்கள் முற்றிலும், வேறுபட்டு அமை யலாம். நியூசிலாந்திலும் மற்ற நாடுகளிலும் நில வெப்பத் திறனைப் பெறுவதற்காகத் தற்போது செய் யப்பட்டு வரும் வேலைகளில் மீள் உட்செலுத்தம் (reinjection) வேதியியற் பொருள்களை மீட்பித்தல்



படம் 5. பரந்த நிலத்திலமைந்த 20வது கிணறு. 305 கி. கலோரி/கிலோ கிராம் எந்தால்பியில் ஒரு மணிக்கு 400 மெட்ரிக் டன்கள் அளவில் வெளியேற்றம் செய்கின்றது. நீரின் போதிய கட்டுப்பாட்டிற்கு இரண்டு அமைதியாக்க அமைப்புகள் தேவையாகின்றன.

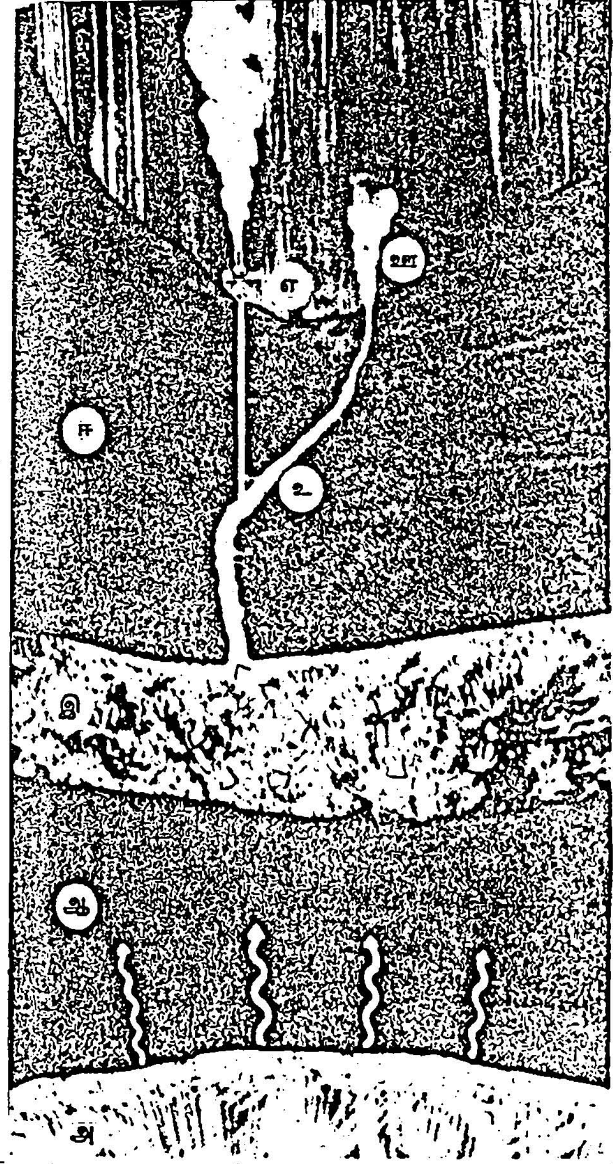
நீராவி, நீர் போன்ற இரண்டு நிலைகளைக் கொண்ட செலுத்தங்கள் (two phase transmission) இருமைச் சுழற்சி (binary cycle) ஆகியவற்றிற்கான தொழில் நுட்பங்கள், பிற்காலத் திட்டங்களின் திறமையிலும் தோற்றத்திலும் பெரும் விளைவுகளைக் கொண்டி ருக்கும்.

கலிபோர்னியாவிலுள்ள நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் நீரூற்றுக்கள். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடு களில், இயற்கையில் கிடைக்கும் நீராவியைப் பயன் படுத்தி மின் பயன்பாடு கலிபோர்னியாவில் வட மையப் பகுதியலமைந்த ஒரு பகுதியில் மட்டுமே நிகழ் கின்றது. இதற்கான நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்கள் சான்பிரான்சிஸ் கோவின் வடகிழக்கே150 கி.மீ. தொலைவில் உள்ளன. இங்குள்ள பல எண்ணிக்கையிலான கிணறுகளி லிருந்து பெறப்படும் நீராவி பசுபிக் வளிம, மின் நிறு வனத்தினரால் (Pacific Gas and Electric Company) இயக்கப்படும் மின் ஆக்கஅமைப்புகளுக்குக் குழாய் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. 1975 ஆம் ஆண்டு நடு வரையிலும், உலகிலேயே மாபெரும் நில வெப்ப அமைப்பாகக் கலிபோர்னியாவிலுள்ள நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற் றுக்களால் இயங்கும் மின் ஆக்க நிலையம் அமைந்தது. (geysers power plant) உலர்ந்த நீராவித் தேக்கத்

தைக் (dry steam reservoir) கொண்ட கிணற்றிலிருந்து நேரடியாகக் குழாய் வழியாக 6 kscm அழுத்தத்திலும், 170° செ. வெப்பநிலையிலும் பெறப்பட்ட நீராவியை 10 அணிகள் பயன்படுத்தி 3,96,000 கிலோ வாட் அளவுக்கு மின்ஆக்கம் செய்கின்றன.

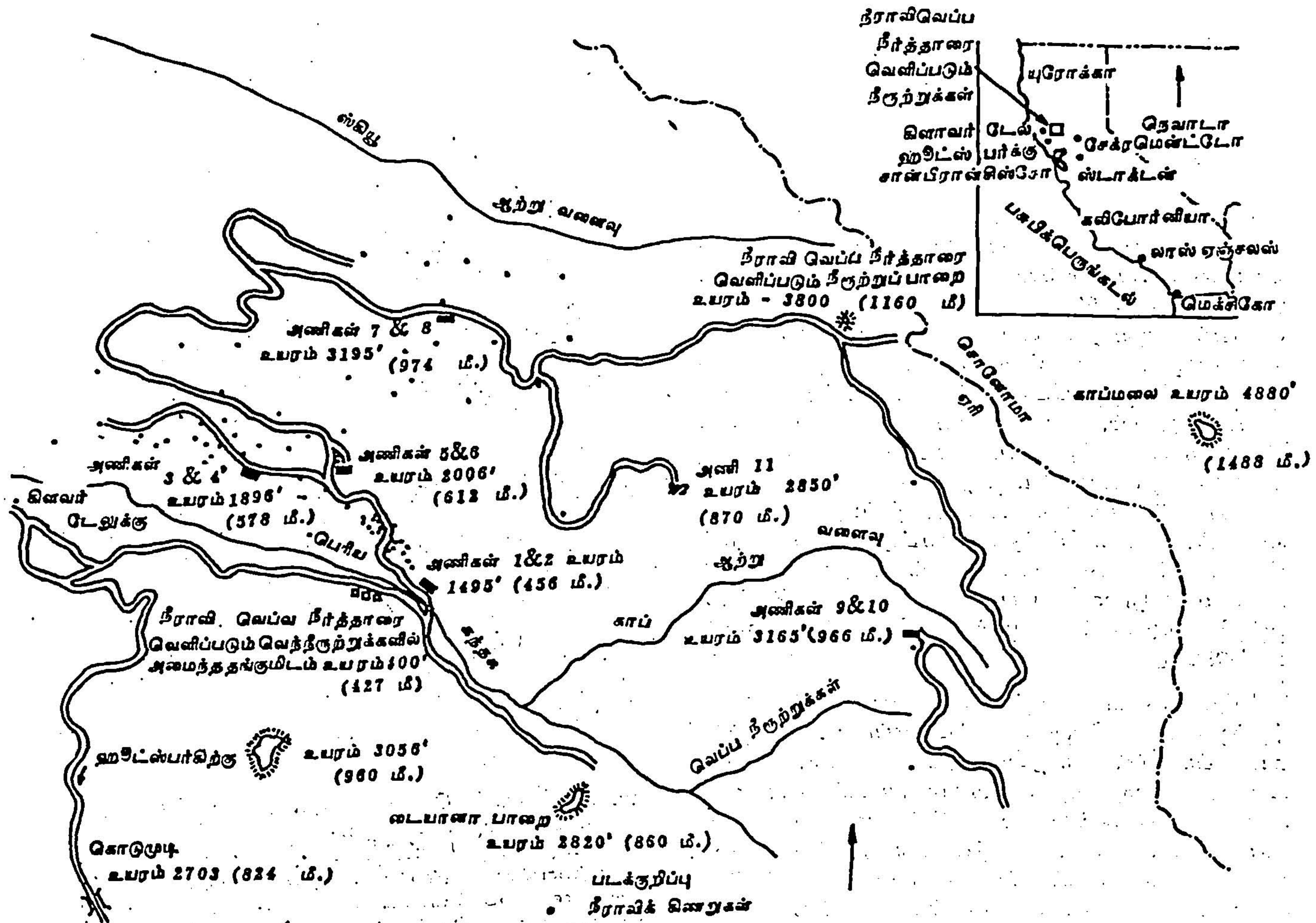
கி.பி. 2000 ஆண்டிற்குள், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், 6,000 மெகா வாட் அளவில் நிலவெப்பத் திறனைப் பெறஇயலுமெனக்கலிபோர்னியாவில் பாலோ ஆல்ட்டோவிலுள்ள மின் திறன் ஆராய்ச்சிக் கழகம் மதிப்பிட்டுள்ளது. 1983 ஆம் ஆண்டில், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் குறிப்பாக கலிபோர்னியாவிலும் நெவாடாவிலும், நில வெப்பத் திறனால் மின் ஆக்கம் செய்யும் அளவு 7,000 மெகா வாட் முதல் 19,000 மெகா வாட்டிற்குள் அமையும். ஓர் இடைப்பட்ட அளவுவரை இதை உயர்த்த இயலுமென 1972 ஆம் ஆண்டு வாஷிங்டனிலுள்ள தேசியப் பெட்ரோலியக் குழு மதிப்பீடு செய்தது. நில வெப்ப மூல ஆராய்ச்சிக்கான கூட்டத்தில், ஆர்வமிக்க மதிப்பீடு வழங்கப்பட்டது. இக் கூட்டத்திலிருந்து அறியப்பட்டது யாதெனில், பரந்த அளவிலான ஆராய்ச்சியாலும் உருவாக்கத் திட்டத்தின் வழியாகவும் 1985 ஆம் ஆண்டிற்குள் 1,32, 000 மெகாவாட் மின் ஆக்கம் செய்யக் கூடிய நில் வெப்பத் திறனையும் கி.பி. 2,000 ஆண்டிற்குள் 3,95,000 மெகா வாட் மின் ஆக்கம் செய்யக் கூடிய நில வெப்பத் திறனையும் பெறலாம் என்பதாகும். நில வெப்பத்திறனைப் பெறுவதற்காக அதன் இருப்பிடத்தைக் கண்டறியும் அடிப்படை அறிவும், அத்திறனைப் பயனுடையதாக்கிக் கொண்டு திறம்படப் பயன்படுத்துவதற்கான தொழில் நுட்பமும் மிகுந்த அளவில் இன்னும் தேவைப்படுகின்றன என்பதையே இப்பரந்த எல்லையைக் கொண்ட மதிப்பீடுகள் காட்டுகின்றன. நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் நிரூற்றுக்கள் வழியாக மின்திறனைப் பெறும் முறை, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், நல்லதொரு தொடக்கத்தினைக் காட்டுகின்றது.

நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களின் நிலஇயல் கட்டமைப்பு படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. நிலப் புறப்பகுதிக்கு 32கி. மீட்டருக்குக் கீழே, உருக்கி வார்க்கப்பட்ட பொருள் அல்லது பாறைக்குழம்பு இன்னும் குளிர்ந்து கொண்டே உள்ளது. சில இடங்களில், புத்துயிரூழிக் காலக்கட்டப் பெரும் பிரிவின் தொடக்கத்தில் நில அதிர்வின் காரணமாக, நிலத்தில் பிளவுகள் தோன்றி அப்பிளவின் வழியாக, நிலப் புறப் பரப்பிற்கு மிக அண்மையில் இப்பாறைக் குழம்பு வெளிவந்தது. இந் நிகழ்ச்சியினால் செயல்படும் எரிமலைகளும் புறப்பரப்பில் எங்கெங்கு நீரமைந்ததோ அங்கங்கு வெப்ப ஊற்றுக்களும், நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களும் தோன்றின.

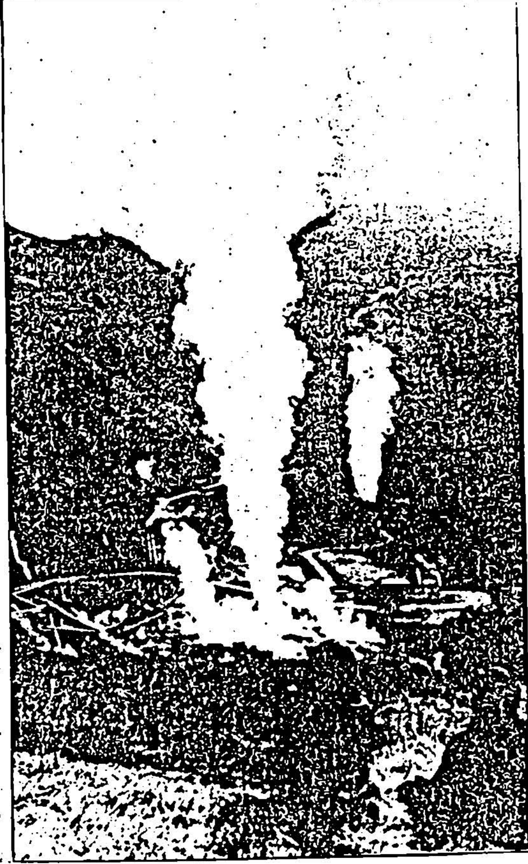


படம் 6. நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுகள் இருக்கும் இடத்தில் காணும் நிலவெப்ப வயலின்குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். (அ) பாறைக்குழம்பு (ஆ) திண்மப்பாறை (வெப்பத்தை மேலே கடத்துகிறது) (இ) நுண்துளைகளைக் கொண்டபாறை (அடியிலிருந்து பெறப்பட்ட வெப்பத்தினால் கொதிப்படைந்த நீரினைக் கொண்டுள்ளது) (ஈ)திண்மப்பாறை (நீராவியினை வெளியே செல்லாதவாறு தடுக்கின்றது) (உ) பெயர்ச்சிப்பிளவு, (நீராவியைத் தப்பிச் செல்ல அனுமதிக்கிறது) (ஊ) நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்று (உயர் வெப்ப நிலையில் வளிமங்களையும், ஆவிகளையும் வெளிவிடும் எரிமலைப் பகுதியிலுள் துளையும் அல்லது வெப்ப நீரூற்றும் (எ) கிணறு (பிளவுண்ட பகுதியின் வழியாக நீராவியைப் பெறுகின்றது).

நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களில் காணப்படும் நீராவித் துளைகளுக்கு நிலத்தடியிலுள்ள வெப்பமான பாறைக் குழம்பும் காரணமாக அமைகின்றது. குளிர்ந்திடும் பாறைக் குழம்பினால் வெளியேற்றப்படும் நீராவி பாறைக் குழம்பு நீராவி (magmatic steam) என்று வழங்கப் படுகிறது. தரையிலுள்ள நீர் கசிந்து உள்ளே இறங்கி நுண் துளையுள்ள பாறையில் சென்றடைந்து, பாறைக் குழம்பினால் வெப்பப்படுத்தப்படும்போது, உண்டாக்கப்படும் நீராவிக்கு விரைவேக நீராவி என்று பெயர் வழங்கப்படுகின்றது. இந்நீராவியே நில வெப்ப நீராவியின் (geothermal steam) மிகப் பெரும் மூலமாக அமைகின்றது. நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களில் நீராவி எங்ஙனம்



படம் 7. கலிபோர்னியாவிலுள்ள நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை நீரூற்றுப் பகுதிகள்

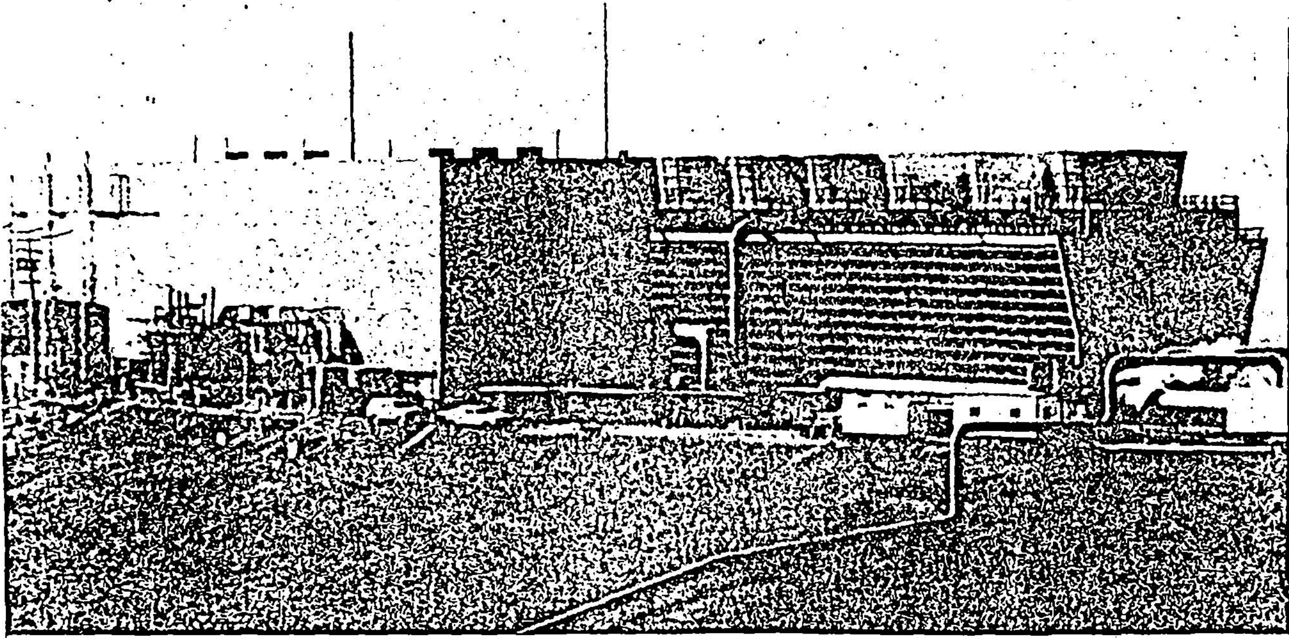


படம் 8. கலிபோர்னியாவில் சொனாமா மாவட்டத்தில், பசிபிக் வளிம மின்சார நிறுவனத்தினரால் அமைக்கப்பட்ட நில வெப்பத்திறன் நிலையத்தின் அணிகள் 10, 20. நிழற்படத்தின் மத்தியில், மின் ஆக்கம் செய்யும் நிலைய அமைவிடம் காட்டப் பட்டுள்ளது. இவ்விரு தொகுதிகளும் முறையே 1960, 1963 ஆம் ஆண்டுகளில் வணிக முறையில் இயக்கப்பட்டன. இவ்விரு தொகுதிகளின் இணைந்த வெளியீட்டளவு 24,000 கிலோ வாட் ஆகும்.

உருவாகின்றது என்பதை அறிவியல் ஆய்வாளர் களால் இன்று வரை உறுதியாகக் கூற இயலவில்லை.

நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந் நீரூற்றுக்களின் பகுதியின் ஒட்டுமொத்தமான வரை படம், படம் 7 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. முதல் தொகுதிக்காகப் பயன் படுத்தப்பட்ட சுழலி மின் ஆக்கி 1924 ஆம் ஆண்டில் கலிபோர்னியா வில் சேக்ரமென்ட்டே (Sacremento, California) என்ற இடத்தில் மரபுவழி நீராவி நிலையத்தில் தொடக்கத்தில் நிறுவப்பட்டதாகும். நில வெப்ப ஆற்றலின் வழியாக மின் ஆக்கம் செய்யும் அணி 1960 ஆம்ஆண்டில் 11000 கிலோ வாட் வெளி யீட்டளவில் இயங்கத் தொடங்கியது. அதே கட்டிடத் தில் 1963 ஆம் ஆண்டில் இரண்டாம் அணி 13000 கிலோ வாட் வெளியீட்டு அளவில் தொடங்கப்பட் டது. இவ்விரு அணிகளும் படம் 8இல் காட்டப்பட்டுள் ளன. 1967 ஆம் ஆண்டு 27,000 கிலோ வாட்வெளி யீட்டளவில் மூன்றாம் அணி தொடங்கப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து 4ஆம் அணியும் 27,000 கிலோ வாட் வெளியீட்டளவில் 1068 ஆம் ஆண்டு தொடங்க பட்டது. முதல் இரு அணிகளுக்கும் வடமேற்கில் 1.8 கி.மீ இடைவெளியில் 3 ஆம் அணியும், 4 ஆம் அணியும் ஒன்றின் அருகில் மற்றொன்றாக அமைக் கப்பட்டுள்ளன. நீராவிக் கிணறுகளின் இட அமைப்பைச்சார்ந்தே அணிகளின் அமைவிடம் தீர் மானிக்கப்படுகின்றது. 1971 ஆம் ஆண்டு ஒவ் வொன்றும் 53,000 கிலோ வாட் வெளியீட்ட அள வினைக் கொண்ட 5 ஆவது, 6 ஆவது அணிகள் இயக்கி வைக்கப்பட்டன. 1972 ஆம் ஆண்டு ஒவ் வொன்றும் 53,000 கிலோ வாட்ட வெளியீட்டு அளவினைக் கொண்ட 7ஆவது, 8ஆவது அணிகள் முடிக்கப்பட்டன (படம் 9). இவ்வாறே 1973ஆம் ஆண்டில் ஒவ்வொன்றும் 53,000 கிலோ வாட் திறன் கொண்ட 9ஆவது, 10ஆவது அணிகள் நிறுவப் பட்டன. 1974ஆம் ஆண்டு 1,06,000 கிலோ வாட் வெளியீட்டளவினைக் கொண்ட 11ஆவது தொகுதி நிறுவப்பட்டது. 1975ஆம் ஆண்டு 1,06,000 கிலோ வாட் வெளியீட்டளவினைக் கொண்ட 12ஆவது அணி இயக்கி வைக்கப்பட்டது. இவ்வாறு 1975ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் மொத்தப்பரப்பளவில் மொத்த மின் வெளியீட்டளவு 6,08,000 கிலோ வாட்டாக ஆயிற்று, 1,10,000 கிலோ வாட் வெளியீட்டள வினைக்கொண்ட 14ஆம் அணியும் 55,000கிலோவாட் வெளியீட்டு அளவினைக் கொண்ட 15 ஆவது தொகு தியும் நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந் நீரூற்றுப் பகுதியின் மொத்த மின் வெளியீட்டுஅள வினை 90,8,000 கிலோ வாட் அளவிற்குக் கொண்டு செல்லும். இப்பரப்பில் நில வெப்ப ஆற்றல் வழி யாக மின் ஆக்கம் செய்யும் அமைப்புக்கள் உலகி லேயே மிகப் பெரியவையாக அமைகின்றன.

நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந் நீரூற்றுக்கள் அமைந்த பகுதியில் தொடக்கக் காலங் களில் துளையிடும்போது இயற்கை நீராவித் துளைக ளுக்கு அருகில், ஒரு துளைக்கும் மற்றொரு துளைக் கும் சுமார் 60இலிருந்து 150 மீட்டர் வரை இடை வெளியில், 120 மீட்டர் முதல் 300 மீட்டர் ஆழம் வரையில் துளையிடப்பட்டது. இக்கிணறுகள் ஒரு மணிக்கு 20,000 முதல் 40,000 கிலோகிராம் வரையி லான நீராவிப் பாய்வினை உண்டாக்கின. மேம் படுத்தப்பட்ட துளையிடும் தொழில் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி ஆழம்மிக்க கிணறுகள் துளையிடப் படுகின்றன. மேலும் இவ்வாழம் 600 முதல் 2100 மீ. வரையில் உயர் அழுத்த நீராவிப் பகுதிகளைச்



படம் 9. பசபிக் வளிம மின் நிறுவனத்தினரின் நில வெப்பமின் ஆக்கம் செய்யும் அமைப்பின் தொகுதிகள் 7, 8. இவ்வணிகள் 1972 ஆம் ஆண்டின் பிற்பிட்ட காலத்தில் கட்டி முடிக்கப்பட்டன.

சென்றடைந்து உயர் அழுத்த நீராவியைப் பெற வகை செய்கின்றது. இந்த ஆழம் மிக்க கிணறுகள் இயற்கையான நீராவி வெளிப்படும் இடங்களிலிருந்து பேராழத்தில் அமைந்து அதிக அளவு நீராவிப் பாய்வினை உண்டாக்குகின்றன. இக்கிணறுகளில் ஒன்றினைச் சோதித்தபோது, ஒரு மணிக்கு 7,275 கி.கி நீராவியினை அது வெளிப்படுத்துகின்றதெனக் கண்டறியப்பட்டது.

53,000 கிலோ வாட் வெளியீட்டு அளவினைக் கொண்ட ஒரு வகையான தொகுதிக்கு நீராவியினை வழங்கும் கார்பன் எஃகுக் குழாயின் வெளிவிட்ட அளவு 90 செ.மீ. ஆகவும் சுவர்த்தடிப்பு 1 செ.மீ ஆகவும் இருக்கும். இத்தகைய குழாயினை நீராவி ஆக்கம் செய்யும் 7 கிணறுகளுக்கு இணைக்கலாம். தனித்த சுற்பொருளையும், ஈரத்தையும் நீக்குவதற்காக நீராவிக் குழாய் வழிகளில், மைய விலகு விசையினைக் கொண்ட நீராவியினைப் பிரிக்கும் அமைப்புக்கள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. கீழ்க்கண்ட அளவுகளில் 1 விழுக்காடு நீர்மமாகாத வளிமங்களைக் கொண்டதாய் அந்நீராவி உள்ளது. கார்பன், டை ஆக்சைடு 0.79 %, அம்மோனியா 0.07 %, மீத்தேன் 0.05 %, ஹைடிரஜன் சல்பைடு 0.05 %, நைட்ரஜனும் ஆர்கானும் 0.03 %, ஹைடிரஜன் 0.01 %.

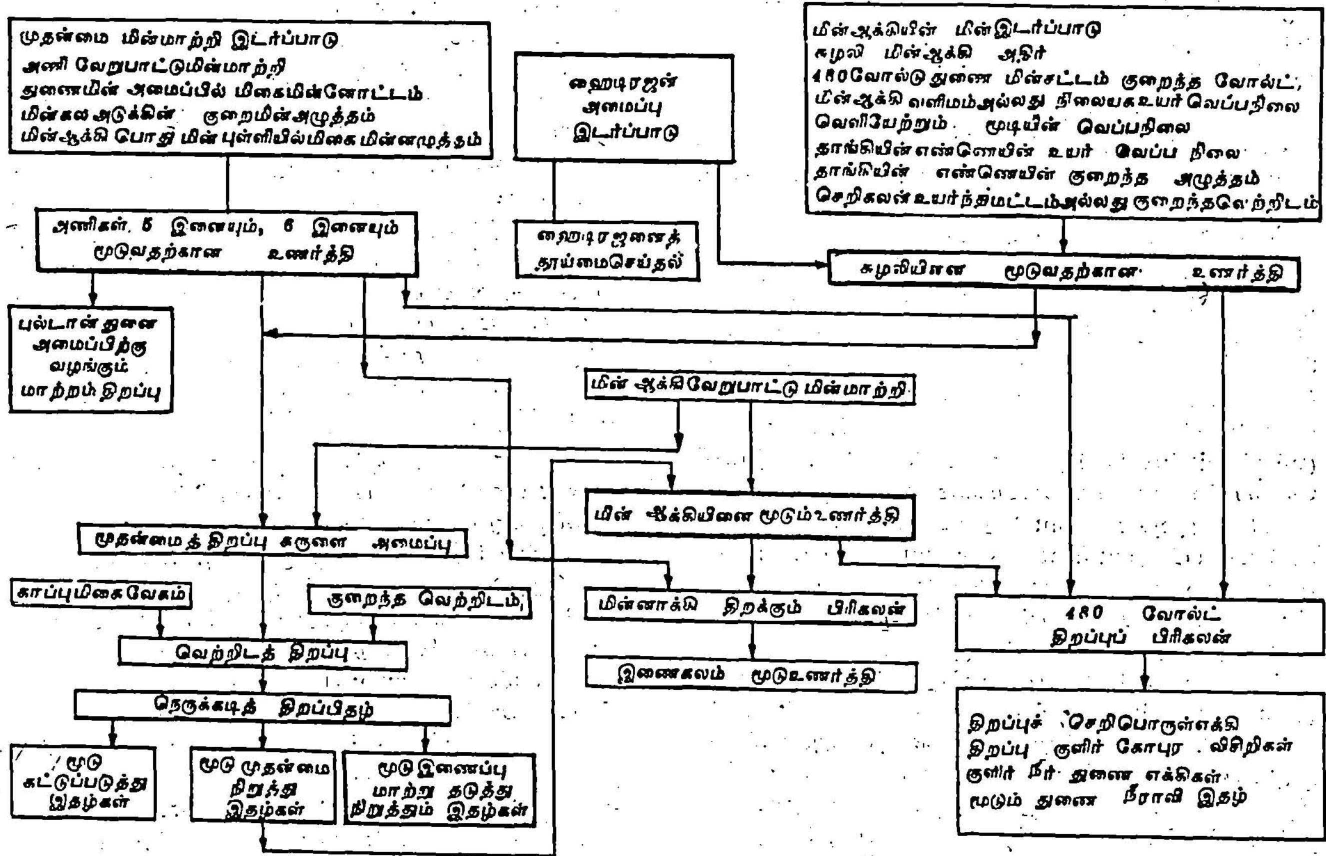
இந்நீராவி மிகச் சிறிய துகள்களைக் கொண்டது. இச்சிறுத் துகள்கள் சுழலியின் (turbine) பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளில் படிகின்றன. முதல் இரு நிலைகளிலும் (first tow stages) சுழலியின் அலகு மூடிகளின் (turbine blade shrouds) உட்புறமாக, இச்சிறுதுகள்கள் மேன் மேலும் படிகின்றன. கீழ்க்கட்டங்களில் (lower sfages) இச்சிறுதுகள்களின் படிவு நீராவியிலுள்ள நீரினால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றது. மூடியின் மீது சிறு துகள்கள் மேன்மேலும் படிவுறுவதால் அலகுகளும், மூடியும் உடைவதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றன. இப்பிரச்சினையைக் குறைப்பதற்காக, தொடக்கக் காலத் தொகுதிகளில் மாற்றுவதற்கேற்ற அலகுகளும், மூடிகளும் நிறுவப்பட்டன. சுழலியினை நீரினால் கழுவும் திட்டத்தினாலும் இந்நிலையை மேம்படுத்தலாம்.

செம்பு, செம்பு உலோகக் கூட்டு, வெள்ளி ஆகியவற்றினை ஹைடிரஜன் சல்பைடு அரிப்பதால், மின் சாதனங்களுக்குக்காற்றிலுள்ள ஹைடிரஜன் சல்பைடு பெரியதொரு பிரச்சினையை உண்டாக்குகின்றது. வெள்ளீய உலோகக் கூட்டுப் பூச்சுக்கள் (tin alloy coatings) அரிப்பினை எதிர்க்கும் தன்மையுடையவை. எனினும் மின் தொடுகைப் பரப்புகளில் (contact surfaces) இப் பூச்சின் செயல்திறம் நன்றாக அமையவில்லை. துருப்பிடிக்காத எஃகினையும் சில மதிப்பு மிக்க உலோகங்களைப் போன்றே, அலுமினியமும் அரிப்பினை எதிர்ப்பதாகவே தோன்றுகின்றது. தொடுகைகளில் (contacts) எழும்பிரச்சினைகளுக்குப் பிளாட்டினம் செருகப்பட்ட உலோகம் அல்லது பிளாட்டின மூலாம் பூசப்பட்ட உலோகம் நல்ல

தொரு தீர்வினையளிக்கின்றது. பாதுகாப்பினை வழங்கும் உணர்த்தி (relay) அரிப்பிற்கு எளிதாக உட்படுவதால், அரித்தலுக்கு உள்ளாக்கப்படாத உலோகங்களைக் கொண்ட தனித்தன்மை வாய்ந்த உணர்த்திகள் தேவைப்படுகின்றன. மேலும் புதிய அணிகளில் உணர்த்திகள், தகவல் தொடர்பு இணைப் பமைப்புகள் மின் ஆக்கிக்கு நேர்மின் திறனை வழங்கும் தனியறைப் பகுதி ஆகியவற்றைத் தூய்மை யான சுற்றுப் புறத்தைக் கொண்ட ஓர் அறையில் வைக்க வேண்டும்.

ஒரே கட்டிடத்தில் இரண்டு அணிகளை அமைக்கும்போது, அதே உயர் அழுத்தச் செலுத்த மின்தொடர்களையே (high voltage transmission line) இரண்டு அணிகளும் பகிர்ந்து கொள்ளும். இவை பொதுவான 480 வோல்ட் நிலைய மின் சட்டங்களையே (bus) கொண்டிருக்கும். இரு மின் ஆக்கிகளில் ஏதேனும் ஒன்றின் பிரிகலனுக்கும் (breaker) அப்பாற்பட்டு மின் பிழைகள் (faults) தோன்றும்போது, இரண்டு அணிகளையுமே மின் தொடர்பிலிருந்து துண்டிக்கவேண்டும். இதோடு, எண்ணெயிலமைந்த மின்சுற்றுவழிப் பிரிகலனையும் (oil circuit breaker) திறந்துவிடவேண்டும். நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களின் அணிகள் (geysers units) தன்னியக்க ஒத்தியங்கும் அமைப்பைக் (automatic synchronizing equipment) கொண்டனவாக இல்லை. எனவே செலுத்த மின் தொடர்களில் மின்சாரம் துண்டிக்கப்படும்போது, இணைந்த அணிகளையும் மூட வேண்டியுள்ளது. மின் செலுத்தத் தொடர்களிலுள்ள பிரிகலன்கள் (transmission line breakers) மின்சாரத்தைத் துண் டிக்கும் போதும் அத்துடன், இணைந்த அணியினை மூடும்போதும், இரண்டு அணிகளுக்குத் துணை மின் திறன் வழங்க இயலாமற் போகும் நிலை ஏற்பட்டு இவ்வணிகளின் சுழற்சி நிற்கும் வரையில், நெருக்கடி நேர நேர்மின் திறனைப் பயன்படுத்தி, எண்ணெய் எக்கிகளை இயக்கிச் சுழலி மின் ஆக்கியின் தாங்கி களுக்கு (turbine-generator bearings) எண்ணெ யினைச் செலுத்தி உராய்வைக் குறைக்க வேண்டும். மாறுதிசை மின்திறன் (a.c. power) இழக்கப்படும் போது ஹைடிரஜனால் குளிர்விக்கப்படும் எந்திரங் கள் (hydrogen cooled machines) அவற்றின் நெருக் கடிக் கால அடைப்பு எண்ணெய் (seal oil) எக்கி களை இயக்கி எண்ணெயினைச் செலுத்தத் தொடங் கும். பணியாட்கள் சென்று, இந்த எண்ணெய்ச் செலுத்தத்தைத் துண்டிக்கும் வரை இச்செயல் தொடரும். நெருக்கடிநேர எக்கிகளை இயக்கும் போது மின்கல அடுக்கில் மின்அழுத்த அளவு மிக வும் குறையும் போது மின் ஆக்கிகள் கார்பன் டை ஆக்சைடினால் துப்புரவாக்கப்படுகின்றன. ஒரே ஓர் அணி மட்டும் மின் வழங்கீட்டைத் துண்டிக்கும் போதும், மின் செலுத்தத் தொடர்களுக்கான, எண் ணெயிலமைந்த மின்சுற்றுவழிப் பிரிகலன் (O.C.B.) மூடிய நிலையில் உள்ளபோதும், இவ்விரு அணிகட் கும் துணை மாறுநிலை மின்னோட்டத் திறன் தொடர்ந்து கிடைக்கும். எந்த ஒரு தனித்த அணியிலும், மின் வழங்கீட்டுத் திறப்பு (trip) நிகழும்போது முதன் மையான நீராவி துண்டிக்கப்பட்டுத் தடுத்து நிறுத்தும் இதழ் (check valves) மூடப்பட்டு, மின் ஆக்கியின் பிரிகலன் (generator breaker) திறந்த நிலையை அடைந்து, மேலும் 480 வோல்ட் மின்னோடிச் சுமை கள் (motor loads) துண்டிக்கப்படுகின்றன. சுழலி யைச் சார்ந்த தொல்லைகளினால் மின் வழங்கீட்டுத் துண்டிப்பு உண்டாகும்போது, மின் ஆக்கியின் பிரி கலன் (generator breaker) திறப்பதற்கு முன்னரே முதன்மையான நீராவி துண்டிக்கப்பட்டு தடுத்து நிறுத்தும் இதழ்கள் மூடப்படுகின்றன. மின் ஆக்கி யின் மின் பிரச்சினைகள் காரணமாக மின் வழங் கீட்டுத் துண்டிப்பு நிகழும்போது, ஒரே நேரத்தில் இதழ்கள் மூடப்படுவதுடன், மின் ஆக்கியின் பிரி கலனும் மின்வழங்கீட்டைத் துண்டிக்கும். அணி 5 இல் மூடுவதற்கான முதன்மைச் சிறப்பியல்புகள் படம் 10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

எல்லாத் தொகுதிகளுக்குமான திறன் சுழற்சி (power cycle) ஒன்றாகவே அமைகின்றது. கிணறு களிலிருந்து பெறப்படும் நீராவிச் சுழலிகளை இயக் கிய பின்னர் இச்சுழலிகளுக்குக் கீழேயமைந்த நேர டித்-தொடுகை செறிகலன்களுக்கு (direct contact condensers) வெளியேற்றப்படுகின்றது. செறிக்கப் பட்ட நீரினை நீரேற்றம் செய்யும் இரண்டு எக்கிகள் (two condensate pumps) ஒருங்கிணைந்த செறிந்த நீராவியையும், குளிர்விக்கும் நீரையும் நீரைக் குளிர வைக்கும் கோபுரத்திற்கு (cooling water tower) நீரேற்றம் செய்கின்றன. எல்லா அணிகளின் சுழலி களின் மின் அழுத்தம் (back pressure) 100 மில்லி மீட்டர் தனி முதல் பாதரச அளவினை உடையதாக இருக்கும். கோபுர நீர்நிலையிலுள்ள (tower basin) குளிர்ந்த நீரானது நில ஈர்ப்பு விசையினால் செறி கலனை வந்தடைகிறது. செறிகலனில் காற்றற்ற வெற் றிட நீர்மட்ட உயரம் (vaccuum head) உருவாகின்றது. சுழலியில் நீராவிப் பாய்வின் வீத அளவைக் காட்டி லும் குளிர்விக்கும் கோபுரத்தில் நீர் ஆவியாகும் வீத அளவைக் காட்டிலும் குளிர்விக்கும் கோபுரத்தில் நீர் ஆவியாகும் வீத அளவு குறைவாய் இருப்பதால், சுழற்சியில் (cycle) மிகுதியான நீர் உருவாக்கப்படு கின்றது. இப்பாய்வு உலர் குமிழ் வெப்ப நிலையை யும் ஒப்பீட்டு ஈரப்பதத்தையும் (dry bulb temperature and relative humidity) சார்ந்ததாய் உள்ளது. ஆனால் எல்லா இயங்கு நிலைகளிலும் கூடுதல் பாய்வு காணப்படுகிறது. பல்லாண்டுகளாகத் தொகுதிகளி லிருந்து கிடைக்கும் இக்கூடுதல் அளவு நீர் கிணறு களிலுள்ள நீராவித் தேக்கங்களுக்கே மீண்டும் உட் செலுத்தப்பட்டது. கூடுதல் அளவு நீரினைக் கிணறு



படம் 10. நிலவெப்ப அமைவிடங்களிலுள்ள நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் நீருற்றுகளிலமைந்த சுழலி மின்ஆக்கி அணி என் ஐந்தினை மூடும் வரிசை முறை.

களுக்கே மீண்டும் செலுத்தப்படும்போது, குளிர்விப்பினால் நீராவி ஆக்கம் நின்றுபோகும் என்று கருதப்பட்டது. இருப்பினும் நீரினைக் கிணறுகளுக்கே மீண்டும் செலுத்தப்படும் முறை வெற்றிகரமாகவே அமைந்தது. நீரினைக் கிணறுகளுக்கே மீண்டும் உட்செலுத்துவதனால், நீராவித் தேக்கங்களின் நீராவி ஆக்கம் செய்யும் வாழ்நாள் நீடிக்கும் என்றே கருதப்பட்டது. இதற்கான காரணம் யாதெனில் தேக்கத்தில் நீராவி பெறுவதைக் காட்டிலும் மிகுந்த அளவு வெப்பத்தை அத்தேக்கம் கொண்டிருக்கும் என்பதேயாகும். சுழலிச் செறிகலனிலிருந்து (turbine condenser) நீர்மமாகாத வளிமங்களை நீக்குவதற்கு இரண்டு கட்ட நீராவி நீர்த்தாரை வெளியேற்றும் அமைப்புக்கள் (two stage steam

jet ejectors) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த வெளியேற்றும் அமைப்புகளுக்கான (ejectors) செறிகலன்கள் (condensers) நேரடித் தொடுகை வடிவமைப்பைக் கொண்டவை (direct contact design) ஆகும்.

குறைவழுத்தம், குறை வெப்பநிலையில் வேலை செய்வதற்கேற்றவாறு, தயாரிப்பாளர்கள் தரமான பொருள்களைக் கொண்டு, நீராவிச் சுழலிகளை (steam turbines) உருவாக்குகின்றனர். 11 முதல் 13% வரை குரோம் உள்ள எஃகினைக் கொண்டு அலகுகளும் குழாய் முனைகளும் (blades and nozzles) தயாரிக்கப்படுகின்றன. சுழலியின் மூடியைச் (turbine casing) செய்வதற்குக் கார்பன் எஃகு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. துருப்பிடிக்காத ஆஸ்ட்டினட்டிக் எஃகுச் செருகல்கள் (austenitic stainless steel inserts) சுழலும் அலகுகளுக்கு (rotating blades) எதிரே உள்ள மேலுறையில் (casings) அமைக்கப்பட்டுள்ளதால், இம்மேலுறை அரித்தலிலிருந்து காக்கப்படுகின்றது. சுழலி மின் ஆக்கித் தொகுதிகளுக்கான நீராவி நுழைவழி நிலைமைகள் கீழே உள்ளன.

(start up transformers) தேவைப்படுவதில்லை. பெரிய தொகுதிகள் ஹைடிரஜனால் குளிர்விக்கப்படுமாறும் சில தொல்லையான நிலைகளில் இந்த அணிகள் தன்னியக்கமுறையில்தனிப்படுத்தப்படுவதற்கேற்றவாறும் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. வெளிப்புற மின்னாக்கி எண்ணெய் மின்சுற்றுவழிப் பிரிகலன்களைப் பயன்படுத்துவதால், மின் ஆக்கியின் முதன்மையான இணைப்புக்களுடன் (generator main connections) இணைந்த 13.8 கிலோ வோல்ட் இணைப்பமைப்பும் (switch gear)சேர்க்கப்படுவதில்லை.இதில் வெளிப்புற மின்னழுத்த மாற்றிகளும் (outdoor potential transformers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேறுபட்ட மின் அழுத்தங்களை மின் சட்டங்களில் பெறுவதற்கான மின்னழுத்த மாற்றியின் மடைமுனைகள் (potential taps to the bus) மின்கம்பி வட மின் சட்டத் (cable bus) தயாரிப்பாளர்களால் அளிக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மின்னாக்கிக்கும், ஒவ்வொரு மின் தறுவாய்க்கும் (phase) நான்கு அலுமினியத்தால் ஆக்கப்பட்ட கம்பிவடங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம் மின்கம்பிவடங்கள் யாவும் 3,000 ஆம்பியர் மின்

அணி	வெளியீடு (கிலோவாட்)	நீராவிப் பாய்வு கி.கி/மணி	நீராவி அழுத்தம்	வெப்ப நிலை
1	12,500	120,000	6	175.5
2	13,750	130,475	5	172.2
3,4	27,500	250,600	5	72.2
5 முதல் 10 வரை	55,000	450,530	7.5	179.4
11	110,000	900,000	7.5	179.4

ஆழம் குறைந்த குறைவழுத்த நீராவித் தேக்கத்திலிருந்து, நீராவி வழங்கப்பட்டதனால் தொடக்கக் காலத் தொகுதிகளில் குறைந்த் நீராவி அழுத்தங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. பிற்பட்ட கால அணிகளுக்கு உயர் அழுத்தமுடைய ஆழமான தேக்கத்திலிருந்து நீராவி வழங்கப்பட்டது. வழக்கமான முறையிலேயே எல்லாச்சுழலிகளும் நீராவியடைப்புடன் (steam-sealed) அமைக்கப்பட்டன.

வேறு எங்கேயும் பயன்படுத்தப்படும் தொகுதிகளைப் போன்றல்லாமல், நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந் நீரூற்றுக்களின் மின் ஆக்கிகள் (geysers generators) புது வகையாக அளவில் வேறுபட்டுக் காணப்படும். மின் ஆக்கியின் எண்ணெய் மின் சுற்றுவழிப் பிரிகலன்களைப் (outdoor generator oil circuit breakers) பயன்படுத்துவதால், இவ்வணிகளைத் தொடங்குவதற்கான மின்னழுத்த மாற்றிகள்

னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றவையாகும். தனித்த மின் வழங்கீட்டினைக் கொண்ட மின் அழுத்த மாற்றியின் ஈறுகளிலும் (single main transformer terminals) ஒவ்வொரு மின்னாக்கி எண்ணெய் மின் சுற்று வழிப் பிரிகலனின் (generator OCB) மின் கம்பிவடங்கள் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பாலிஎத்திலீன் மின் காப்பீட்டுப் பொருளைக் குறுக்கு இணைப்பாகப் (cross-linked poly ethylene insulation) பயன்படுத்திய காப்பிடப்பட்ட மின் கம்பி வடங்கள் (shielded cables) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

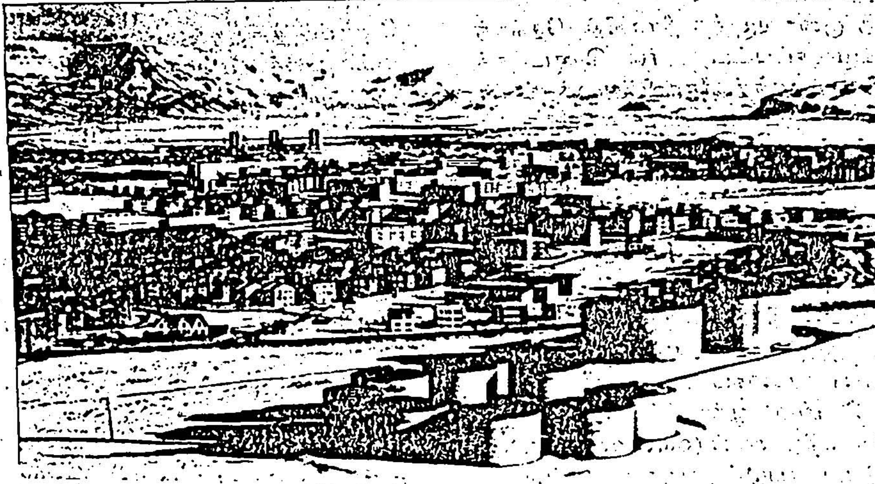
அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் மற்ற நிலவெப்ப வயல் வளங்கள். ஓரிகானிலுள்ள கலாமத் நீர்வீச்சிகளின் (klamath falls, oregon) அருகே அமைந்த சில கட்டிடங்கள் கிணற்று வெப்ப நீரினால் (hot well water) வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன. ஓரிகானிலும், கலி

போர்னியாவிலும், இடாஹோவில் சில இடங்களிலும் அறைகளை வெப்பப்படுத்துவதற்காக வெப்ப நீரூற்றுகள் (hot springs) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. காட்டு, அர்கான்சாசிலுள்ள வெப்ப நீரூற்றுகள் ஜார்ஜியாவிலுள்ள வெப்பநீரூற்றுகள் போன்றவை ஆகும். அமெரிக்க நாடுகளில் பல பகுதிகளில்கிடைத்தாலும், இவை யாவும் மக்கள் தொகை மிகுந்த இடங்களுக்கு மிகத் தொலைவிலேயே அமைந்துள்ளன. மேலும் இந்நீரூற்றுகளை வணிக முறையில் மின் ஆக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தும் ஆற்றலுடன், உல்லாசப் பயணிகள் இவ்விடங்களைக் காண விரும்பும் நிலையுடன் ஒப்பிட்டுச் சமப்படுத்த இயலாது. 1973 ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்டகாலத்தில், மான்ட்டனாவில் மேரிஸ்வில்லிக்கு (Marys Ville, Montana) அருகில், வெப்ப மிக்க நிலத் தடிப்பாறையிலிருந்து வெப்பத் திறனைப் பெறுவதற்கான ஆராய்ச்சித் திட்டம் தொடங்கப்பட்டது.

ஐஸ்லாந்து. ஐஸ்லாந்து போன்ற சில நாடுகளில் அறைகளை வெப்ப மூட்டுவதற்காக (space heating) நில வெப்பத் திறன் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வீடுகளை வெப்பப்படுத்தும் வசதியினை ஐஸ்லாந்து நாட்டின் மக்கள் தொகையில் பாதிப்பேர் பெறுகின்றனர். ஐஸ்லாந்து நாட்டு மக்கள் தொகையில் 70% அளவினர் நன்மை பெறுவதற்கு இந்த வகையைச் சார்ந்த வெப்ப மூட்டுவதற்கான திட்டங்கள் இன்னும் சில ஆண்டுகளுக்கு நீட்டிக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய பயன்பாடுகளுக்கு, நிலவெப்ப நீர்மங்கள் (geo thermal fluids) நில வெப்பத் தேக்கங்களிலிருந்து, 60° முதல் 150° செ. வரையிலான வெப்பநிலை இடைவெளிபெறப்படுகின்றன. ஐஸ்லாந்திலும், உலகின் மற்றைய சில பகுதிகளிலும், பொருளாதார வகையில் ஏற்புடைய ஆழங்களிலிருந்து, இந்த வெப்பநிலை இடைவெளிகளில் வெப்ப நீர்மங்கள் (thermal fluids) கிடைக்கின்றன.

ஊரகப் பகுதியிலமைந்த தனித்ததொரு வீட்டின் அறைகளை வெப்ப மூட்டுவதற்கு நில வெப்பத் திறனைப் பயன்படுத்துவது இயலத்தக்கதாயினும், ஐஸ்லாந்தில் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் முறையாதெனில், மொத்த மக்கள் தொகை உள்ள மைய இடங்களுக்கும் பயன்படுத்துவதற்கேற்ற ஒருங்கிணைந்த வெப்பமூட்டும் அமைப்புகள் (district heating services) பயன்படுத்தப்படுவதாகும். நில வெப்பத் திறனால் அறைகளை வெப்ப மூட்டுவது காற்று மாசுறும் பிரச்சினைகளைக் குறைந்த அளவில் கொண்டுள்ளது. மேலும் புகை வெளியேற்றம் ஏதும் இல்லாமையால், வெப்ப நீர் வெளியேற்றங்கள் (warm effluents) கழிவு நீர் அமைப்பிற்குக் (sewage system) கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்புகள் எங்கு நிறுவப்பட்டுள்ளனவோ அங்கு மின்திறன் வழங்கீட்டிற்கான அதன் விலை புதைபடிவ எரிபொருள் நிலையங்களிலிருந்து வழங்கப் பெறும் மின்சாரத்தைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவானதாகும். பொருளாதாரக் கணக்கீடுகளில், சாதனங்களின் மதிப்புத் தேய்மானத்திற்கான கால அளவு 20 முதல் 30 ஆண்டுகளாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

அறைகளை வெப்பப்படுத்துவதற்காக, வெப்ப நீருக்கான பகிர்ந்திடும் அமைப்புக்களாக (distribution systems) தனிக் குழாய் அமைப்புக்கள் (single-pipe system) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக்குழாய்



படம் 11. ரைக்ஜாவிக் புவி வெப்பமூட்டும் அமைப்பிற்கு உதவும் வெப்ப நீர்த் தேக்கங்கள்

அமைப்பில் வெப்பநீர், வெப்பப்படுத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட பின்னர்க் கழிநீர் அமைப்பிற்கு (sewage system) வெளியேற்றப்படுகின்றது. வெப்ப நீரின் 80° முதல் 90° செ.வரையிலான பகிர்ந்திடும் வெப்ப நிலை இடைவெளி விரும்பத்தக்கதாகும். இந்த நீர் பயன்படுத்தப்பட்ட பின்னர் 40° செ. வெப்பநிலைக்குக் குளிர்கின்றது. வெப்ப நீர்ச் சுமையின் (hot water load) ஒவ்வொரு நாளின் வேறுபட்ட தேவைகளைச் கவனத்தில் கொண்டு, அந்நிலைகளுக்கு உதவுவதற்கு ஏற்றவாறு பகிர்ந்திடும் அமைப்பிற்கான நீர் வழங்கும் முதன்மைக் குழாய்கள் தேக்கத் தொட்டிகளில் நீரை நிரப்பும் (படம் 11). பகிர்ந்திடும் அமைப்பில் தேவையான அழுத்தத்தை வழங்குவதற்கு நீருக்கு விசையை அளிக்கும் எக்கிகள் (booster pumps) வழக்கமாகத் தேவையாகின்றன. நகரத் தெருக்களில் நிலத்தடியில் பகிர்ந்திடும் வலை (distribution net work) நிறுவப்பட்டுள்ளது. 7.62 செ.மீ. விட்டத்திற்கு மேற்பட்ட தெருக் குழாய் வழிகள் கற்காரை வழிகளில் (concrete channels) பொருத்தப்பட்டுக் காற்றூட்டப்பட்ட கற்காரையினாலோ, தாதுப் பொருள் இழைகளாலோ (உருகிய பாறையின் வழியாக நீராவித் தாரையைச் செலுத்தி உண்டாக்கப்பட்ட கனிமப் பொருள் இழைகள்) காப்பிடப்பட்டுள்ளன. கற்காரையினாலான வடி நீர்க் குழாய்களுடன் (drain pipes) கற்காறை வழிகள் கடினமான உள்ளகத்தில் (hard-core) பதிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வழிகளின் குறைந்த சரிவு (minimum inclination) 5'/. அளவில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. தெருச் சந்திப்புகளில் கற்காரை அறைகளில் இவ்வழிகள் ஒன்று சேரும். இவ்வறையில், கட்டுப்பாட்டிதழ்களும் இணைக்கும் மரையாணிகளும். குழாய் விரிவாக்க இணைப்புகளும் (expansion joints) வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வறைகள் காற்றோட்ட வசதியினைக் கொண்டு, தேங்கும் நீர் அடிப்புறமாக வடிப்பதற்கேற்றவாறும், அவ்வாறு இயலாமற் போகும்போது, எக்கியினைக் கொண்ட தேக்கப் பள்ளத்தையுடையவாயும் இருக்கும். சிறிய விட்ட அளவினைக் கொண்ட தெருக் குழாய் வழிகளையும் தெருக்குழாய் வழிகளிலிருந்து வீடுகளுக்கான குழாய் வழிகளையும் பாலியூரித்தேன் நுரைக்காப்பீட்டுப் பொருளால் காப்பீடு செய்யலாம்.

உள்ளூர் தட்ப வெப்பநிலைக்கேற்றவாறு, ஒருங்கிணைந்த வெப்பமூட்டும் அமைப்பினை (district heating system) உருவாக்க வேண்டும். ஆண்டு முழுவதற்கும், ஒவ்வொரு நாளுக்குமான வெளிப்புற வெப்பநிலை வேறுபாடு இதன் முதன்மைச் சிறப்பியல்பாக அமைகின்றது. வீடுகளுக்கான ஒவ்வொரு வெப்பமூட்டும் அமைப்பும், மிகவும் குளிர்ச்சியான நாளில் வீட்டில் இருப்பதற்கேற்ற வசதியினை வழங்கும் திறனைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். இந்த நிலையைப் பெறுவதற்கு, எல்லா நேரங்களிலும் சிறிதளவிலான கூடுதல் கொள்ளளவினைக் கொண்டதாய் வெப்ப மூட்டும் அமைப்பு அமைய வேண்டும்.

அத்தகைய அமைப்புகளில், நில வெப்பத் திறன் வழியாக அறைகளை வெப்பப்படுத்துவதற்கான (space h ating) இறுதியான செலவு, பெருமத் தேவை வெப்பப்படுத்தும் அளவிற்கு, அளவொத்ததாய் (proportional to the maximum capacity required) அமையும். எனவே ஆண்டுச் சுமைக் கூறினை (annual load factor) உயர்த்துவதற்கு வேறுபட்ட அணுகு முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பயன்படுத்திய மொத்த ஆற்றலுக்கும் (total energy) அடிப்படை வடிவமைப்புத் திறன் அளவிற்கும் (basic design capacity) உள்ள விகிதம் ஆண்டின் சுமைக் கூறாக வரையறை செய்யப்படுகின்றது. பயன்படுத்தப்படும் சில முறைகளாவன,

1 ஓர் ஆண்டில் மிகவும் குளிர்ச்சியான நாளில் உள்ள வெளிப் புற வெப்ப நிலையைக் காட்டிலும் சிறிது அதிகமான வெளிப்புற வெப்ப நிலைக்கு அமைப்பு வடிவமைக்கப்படுகின்றது. இத்தகைய அமைப்பில் ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் சில நாட்களில் மற்ற மூலங்களிலிருந்தும் கூடுதலாக வெப்பப்படுத்த வேண்டிய தேவையும் கருத்தில் கொள்ளப்படுகிறது.

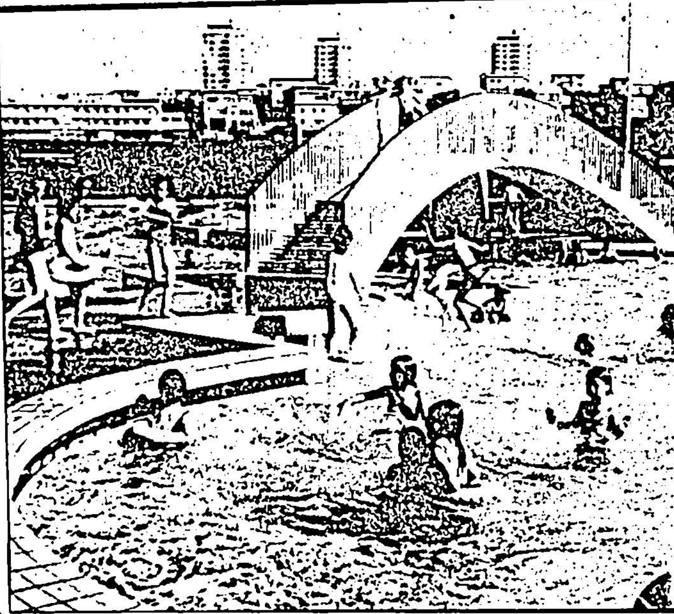
2. இத்தகைய அமைப்பில் மிகவும் குளிர்ச்சியான காலங்களில் நீரின் வெப்ப நிலையை உயர்த்துவதற்கு, புதை படிவு எரிபொருள் வழியாகக்கூடுதல் வெப்பம் வழங்கும் ஒரு துணை அமைப்பு (fossil-fuel booster) இருக்க வேண்டும்.

3. இத்தகைய அமைப்பு உட்புற நில வெப்ப நிலத்தடித் தேக்கத்தினைக் (geothermal under ground reservoir) கொண்டு துளையிடப்பட்ட துளைகளில் ஆழ் கிணற்றிக்கான எக்கி நிறுவப்பட்டிருக்கும். எக்கியின் வழியாக நீர் வெளியேற்றப்படுவதன் காரணமாக நீர்மட்ட அளவு குறைவதால், கூடுதலான ஆக்க அளவினை ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கே இந்த அமைப்பினால் வழங்க இயலும்

பொதுவாக, மைய வெப்பமூட்டும் அமைப்புகள் (central heating systems) வீடுகளுக்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இந்த அமைப்புகளுக்கு, வெப்ப நீர் நேரடியாக வழங்கப்படுகிறது. இவ்வெப்ப நீரினைப் பயன்படுத்திய பின்னர்க் கழிவுநீர்க் கால்வாயில் வெளியேற்றப்படுகிறது. குழாய் வடிமுனைகளில் வீட்டிற்கான வெப்பநீர் நேரடியாக வழங்கப்படுகின்றது. பாய்வினை உணரி (flow sensor) நீர்ப் பாய்வினைப் பதிவு செய்யும் கருவிக்கும் (register mechanism) இடையில் காந்த இணைப்பினைக் கொண்ட இறுதியாகப் பெற்ற நீரின் அளவைக் காட்டும் அளவைமானி (inferential water meters with magnetic coupling) அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. காப்பு முத்திரையிடப்பட்ட பெருமப் பாய்வினைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் (maximum flow

regulators) வழியாக வெப்ப நீரின் பெருமப் பாய்வு கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. சில நேரங்களில் பெருமப் பாய்வினைக்கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மிகுந்த அளவில் காரை (scaling) படிவதற்குக் காரணமான, உயர்ந்த அளவில் கனிமப் பொருளைக் கொண்ட (high mineral content) நீரினை நேரடியாக வழங்குவது பொருத்தமாக இல்லாதபோது, வெப்ப நீருக்கும் மைய வெப்ப மூட்டும் அமைப்பில் (central heating system) சுற்றிச் செலுத்தப்படும் நீருக்கும் இடையில் வெப்பப் பரிமாற்றிகளைப்(heat exchangers) பயன்படுத்தலாம்.

ஐஸ்லாந்தில், நில வெப்ப ஆற்றல் வழியாக வீடுகளுக்கு வெப்பமூட்டுவதோடு, பொதுக் கட்டிடங்களுக்கும் வெப்ப மூட்டுவதற்கு பயன்படுத்தப் படுகின்றது. நில வெப்ப ஆற்றல் வழியாக ரைக்ஜாவிக் (Reykjavik) என்ற இடத்திலுள்ள வெப்ப மூட்டப்பட்ட நீச்சல் குளம் படம் 12 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 12. ஐஸ்லாந்தில் ரைக் ஜாவிக் என்ற இடத்திலுள்ள நில வெப்பத்தினால் வெப்பப்படுத்தப்படும் நீச்சல் குளம்.

வேளாண்மைப் பயன்பாடுகள். ஐஸ்லாந்திலும் மற்றும் சில நாடுகளிலும், செடிகளை வளர்ப்பதற்கான கண்ணாடி வீடுகளை (green houses) வெப்பப்படுத்துவதற்காக நில வெப்ப ஆற்றல் முதன்மையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வெப்ப மூலத்தின் (heat source) வெப்பநிலை ஓரிடத்திற்கும் மற்றோர் இடத்திற்கும், பெரிய அளவில் வேறுபடுவதாலும் அவ்வாறே வெப்பப்படுத்தப்படும் தேவைகளும் (heating requirements) வேறுபடுவதாலும் அகநிலைகளுக்கு (local conditions) ஏற்றவாறு கதிர்வீசும் அமைப்பின் (radiator system) (இக்கதிர்வீசும் அமைப்பு, பெரும் பாலும் வெறும் குழாய்களைக் கொண்டது) மேற்பரப்பினைக் கவனமாக உருவாக்க வேண்டும். 100° செ. இற்கும் அதிகமான, வெப்பப்படுத்தும் நீர்மத்தின் வெப்பநிலை நடைமுறையில் இயலத்தக்கதாக அமையவில்லை. அறைகளை வெப்பப்படுத்துவதற்கான வழக்கமான அமைப்புகளிலிருந்து(space heating systems) வெளியேறும் வெப்ப நீரினைச் செடிகளை வளர்ப்பதற்கான சிறிய கண்ணாடி வீடுகளை வெப்பப்படுத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தலாம். செடிகளை வளர்ப்பதற்காக இவ்வகையாக வெப்பப்படுத்தப் படும் கண்ணாடி வீடுகளின் விளைபொருள்களாகப் பூக்களையும், தக்காளிப் பழங்களையும், வெள்ளரிக் காய்களையும், விதையினின்று வளர்ந்த இளஞ்செடிகளையும் இன்னும் பல்வேறுபட்ட விளைபொருட்களையும் பெறலாம். நில வெப்ப ஆற்றல் வெந்நீர் கால்நடைப் பராமரிப்பு நிலையங்களிலும் மீன் பண்ணைகளிலும், குஞ்சு பொரிக்கும் நிலையங்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

வெப்பப்படுத்துவதற்கான முறை. பல நாடுகளில் நில வெப்ப ஆற்றல் மூலங்கள் இருப்பதால், இவ்வளத்தினைப் பெறுவதற்கான வாய்ப்பினைப் பாதிக்கும் சில இயல்பான கூறுகளை எடுத்துக் கூறுவது விரும்பத் தக்கதாக அமையும். குளிர்ந்த வெப்ப நிலைகளில் வெப்பப்படுத்துவதற்கான பயன்பாடும், மின் திறன் ஆக்கமும், எல்லோருக்கும் நன்கு தெரிந்த பயன்பாடாக அமைந்து அதற்கென அதிக அளவில் கவனம் செலுத்தப்பட்ட போதிலும், எந்த ஒரு தட்பவெப்பநிலையிலும், பயன்படுவதற்கு ஏற்ற வெப்பப்படுத்துவதற்கான முறையின் இயலத்தக்க தன்மையைப் பற்றிக் கவனம் செலுத்துவது இன்றியமையாததாகும். இதில் கீழ்க்கண்ட மூன்று முக்கியமான கேள்விகள் எழுகின்றன. அவை கீழே தரப்படுகின்றன.

(1) நிலவெப்ப நீர்மங்களிலுள்ள வெப்பத்தினை எத்தகைய பொருள்களைக் கொண்டு தேக்கம் செய்ய இயலும்?

(2) போட்டியுடன் கூடிய வேறுபட்ட ஆற்றல் வளங்களுடன் ஒப்பிடும்போது, நில வெப்ப ஆற்றல் பயன்பாட்டினால் கிடைக்கும் நன்மைகள் அல்லது ஆற்றல் வாய்ந்த சேமிப்புக்கள் யாவை?

(3) இட அமைவில் சரி அளவு பொருத்தத்திற்கான நன்மைகள் இல்லாதபோது (logistic disadvantage) அதனை இவ்வெப்ப ஆற்றலின் குறைந்த அளவு விலையினால் ஈடு செய்ய முடியுமா?

புதைபடிவ எரிபொருள் பயன்பாட்டிற்காகத் தற்போதுள்ள தொழில்நுட்பம் உருவாக்கப் பட்டுள்ளதால் நில வெப்ப ஆற்றலைப் பெறுவதற்கான தற்போதுள்ள தொழில்நுட்பப் பொருளாதாரச் செயல் முறைகளில், இறுதியான முடிவுகளை

அட்டவணை 1. நில வெப்ப நீராவி மற்றும் நீரை வெப்பப்படுத்தும் முறைகளின் வடிவமைப்புச் சிறப்பியல்புகளுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள்

இயக்கம்	நில வெப்ப நீராவி		நில வெப்ப நீர்	
	வகை	எடுத்துக்காட்டு	வகை	எடுத்துக்காட்டு
உலர்த்துதல்	மறைமுகமாக வெப்ப மூட்டல்	நீராவிக் குழாய் வெப்பமூட்டும் அமைப்புகள்	மறைமுக வெப்பமூட்டல்	பல அடுக்கு சுமைகடத்தி
		உருளை வடிவான வெப்பப்படுத்தும் அமைப்புகள்		உலர்த்தும் அமைப்பு
ஆவியாக்கல்	முதன்மையான வெப்பப் பரிமாற்றிகள் இயலத்தக்கது	விசையுடன் சுற்றிச் செலுத்தி ஆவியாக்கும் அமைப்புக்கள்	எதிர்ப் பாய்வு வெப்பக் கலன்கள்	முன் வெப்பக் கலன்கள்
கரய்ச்சி வடித்தல்	நீராவி முறைக் காய்ச்சி வடித்தல்	பொதுவான சாதனம்		
உறைய வைத்தல்	பனிக்கட்டியாக உறைய வைத்தல்	அம்மோனியா உட்கவர்தல்	வசதி குளிர்விப்பு	லித்தியம் புரோமைடு உட்கவர்தல்
பனிக்கட்டியாக உறைவதைத் தடுத்தல்			நேரடிப் பயன்பாடு மறைமுக வெப்பம் ஊட்டல்	தூர் வாரி எந்திரங்களிலும் நடைபாதைத் தளங்களிலும் பனி கட்டியாக உறைவதைத் தடுக்கவும்

நேரடியாகப் பெற இயலாது. புதைபடிவு எரி பொருள் வழியாக ஆக்கம் செய்யப்பட்ட நீராவியைப் பயன்படுத்தும் வழக்கமான முறைகளை, ஆய்வு செய்வது உதவியாக அமையலாம். இன்றைய வழக்கில் நீராவியைப் பயன்படுத்தாத மரபுவழி முறைகளில்கூட நில வெப்ப நீர்மங்களை நன்மை பயக்கத்தக்க வகையில் பயன்படுத்தும் முறை களைச் சிற்சில இடங்களில் காணலாம். இதில் அடங்கும் சில எடுத்துக் காட்டுக்களாவன, (1) ஒரு முறையில் நேரடித் தொடர்பின் வழியாக வெப்பப்படுத்துவதைக் காட்டிலும் (direct contact heating) மறைமுகமான வெப்பப்படுத்துவதைப் (indirect heating) பயன்படுத்துதல், எடுத்துக்காட்டாக, நேரடி எரியவைப்பினைக் கொண்ட உலர்த்தும் அமைப்பினைக் காட்டிலும் (direct fired dryer) நீராவிக் குழாய் உலர்த்தும் அமைப்பினைப் (steam-tube dryer) பயன்படுத்துதல், (2) எந்த ஒரு தனித்த குறிக்கோளுக்கும் பல முறைகளைக் கொண்ட தேர்வுமுறை, அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் நில வெப்ப ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவது நன்மை பயக்கத்தக்கதாய் அமைதல், பிற முறை வெப்பம் தேவையற்றதாயும், ஆனால் மற்ற உயர் செலவினைக் கொண்ட கூறுகளைக் கொண்டதாயும் அமைதல், (3) நில வெப்ப ஆற்றல், கிடைப்பதன் காரணமாக முற்றிலும் புதியதொரு முறை தேவையுடையதாய் அமைதல் என்பனவாகும்.

அட்டவணை 2. நிலைநிறுத்தப்பட்ட எரிபொருளை - அடிப்படையாகக் கொண்ட சில முறைகளில், ஒரு டாலர் மதிப்பிற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் நீராவியும், பயன்படுத்தப்படும் நீராவியும் (1$ = 12.00 ரு)

விளைபொருளும், முறையும்	நீராவித் தேவை கிலோ கிராம் நீராவி/கிலோ கிராம் விளைபொருள்	ஓர் அலகுவினை மதிப்பிற்கான நீராவி கிலோ கிராம்/$மதிப்பு (விலை அடிப்படை, 1970)
ஹைடிரஜன் சல்பைடு முறையால் பெற்ற கனநீர்,	10000	151
அஸ்க்கார்ப்பிக் அமிலம்	250	45
விஸ்க்கோஸ் ரேயான்	(70)	42
லேக்ட்டோஸ்	40	130
அசெட்டிக் அமிலம், மரத்திலிருந்தும், சுய்தா முறையிலும்	35	159
எத்தில் ஆல்கஹால், சல்பைட்டுக் கரைசலிலிருந்து	22	142
எத்தில் ஆல்கஹால், மரக்கழிவிலிருந்து	19	123
எத்திலீன் கிளைக்கால், குளோரோஹைட்ரின் வழியாக	13	45
கேசின் (Casein)	13	10
எத்திலீன் ஆக்சைடு	11	33
காரீய மகனீசியம் கார்பனேட்டு	9	37
35.% ஹைடிரஜன் பெராக்சைடு	9	23
85.% ஹைடிரஜன் பெராக்சைடு, 35% H_2O_2 - இலிருந்து	$4\frac{3}{4}$	-
திண்ம எரிகாரம், டையாபிரம் செல்கள் வழியாக	8	121
அசெட்டிக் அமிலம், மரத்திலிருந்து, கரைப்பான் பிரித்தெடுத்தல் வழியாக	$7\frac{1}{2}$	34
அலுமினா, பேயர் முறை வழியாக	(7)	106
எத்தில் ஆல்கஹால், கரும்புச்சாற்றிலிருந்து	7	45
பீட் சர்க்கரை	$5\frac{3}{4}$	26
சோடியம் குளோரேட்டு	$5\frac{1}{2}$	28
வன் காகிதக் கூழ்	$4\frac{1}{5}$	32
கரைந்திடும் கூழ்	$4\frac{1}{5}$	-
சல்பைட்டுக் கூழ்	$3\frac{1}{2}$	26
அலுமினியம் சல்ஃபேட்டு	$3\frac{1}{2}$	79
செயற்கை ஏதில் ஆல்கஹால், எதிலீனிலிருந்து	3	20
கால்சியம் ஹைபோக் குளோரைட்டு, உயர் வீரியமுடைய	$3\frac{1}{3}$	50
அசெட்டிக் அமிலம், மரத்திலிருந்து, ஆத்மர் முறையின் வழி	$2\frac{3}{4}$	13
அம்மோனியம் குளோரைட்டு	$2\frac{3}{4}$	21
போரிக் அமிலம்	$2\frac{1}{4}$	20
சோடா சாம்பல், சால்வே முறைவழி	2	60
பருத்தி விதை எண்ணெய்	2	9
இயற்கை சோடியம் சல்ஃபேட்டு	$1\frac{1}{5}$	54
கரும்புச் சர்க்கரை தூய்மைப் படுத்துதல்	$1\frac{2}{3}$	8
அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு அம்மோனியாவிலிருந்து	$1\frac{1}{2}$	20
அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டு	$\frac{1}{6}$	5

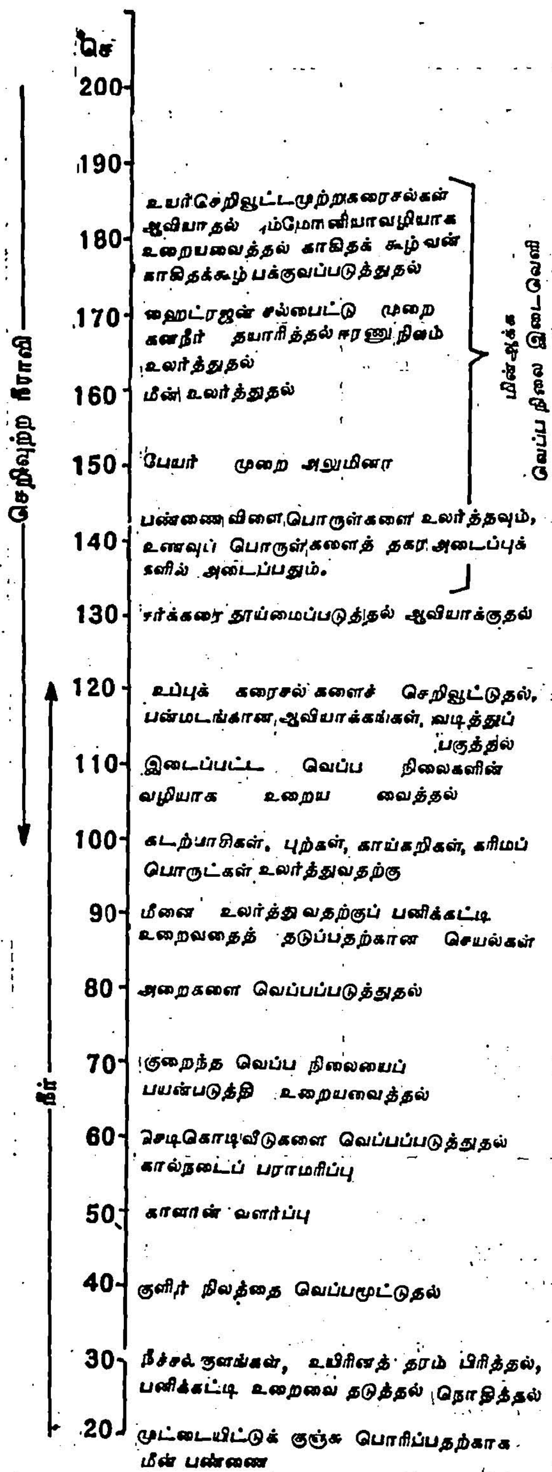
அட்டவணை 3. பயன்படுத்தும் முறைகளில் தற்போது நிலவி வரும் மற்றும் திட்டமிடப்பட்ட நில வெப்ப ஆற்றல் பயன்பாட்டிற்கான எடுத்துக் காட்டுகள்

விளைபொருள்	நாடு	பயன்பாடுகள்	நில வெப்ப வடிவம்
கூழும், காகிதமும்	நியூசிலாந்து	ஆவியாக்குதல், பக்குவப்படுத்துதல், உலர்த்துதல்	முதன்மை, துணை நீராவி
மரக்கட்டைகளை உலர்த்துதல், பக்குவப்படுத்தல்	நியூசிலாந்து ஐஸ்லாந்து	உலர்த்துதல், படுத்துதல்	நீராவி, வெப்ப நீர்
ஈரணுச்செயல் முறையாக்கம்	ஐஸ்லாந்து	உலர்த்துதல், வெப்ப மூட்டுதல், பனிக்கட்டியாக உறைவதைத் தடுத்தல்	நீராவி
புல் உலர்த்துதல்[அ]	ஐஸ்லாந்து	உலர்த்துதல்	வெப்ப நீர்
கடற்பாசி உலர்த்துதல்	ஐஸ்லாந்து	உலர்த்துதல்	வெப்ப நீர்
கம்புளி இழைகளைக் கழுவுதல்	ஐஸ்லாந்து சோவியத்து நாடு	வெப்ப மூட்டவும் உலர்த்தவும்	நீராவி
கட்டிடப் பொருட்களை நீரில் பதப்படுத்திப் பாதுகாக்கவும், உலர்த்தவும்	ஐஸ்லாந்து	வெப்பமூட்டவும் உலர்த்தவும்	நீராவி, வெப்ப நீர்
கையிருப்பிற்கான மீன உலர்த்துதல்	ஐஸ்லாந்து	உலர்த்துதல்	வெப்ப நீர்
கடல் நீரிலிருந்து உப்பினை எடுக்க	ஜப்பான்	ஆவியாக்குதல்	நீராவி
நில வெப்ப உப்பினை எடுக்க	ஐஸ்லாந்து	ஆவியாக்குதல்	நீராவி
போரிக் அமிலம் மீட்க	இத்தாலி	ஆவியாக்குதல்	நீராவி
வடித்திறக்குதல்	ஜப்பான்	வெப்பமூட்டவும் ஆவியாக்கவும்	நீராவி

அ - திட்ட மிடப்பட்டுள்ளது.

படம் 13 இலும் அட்டவணை 1 இலும் பொதுப் பயன்பாடுகளைக் கொண்ட பகுதிகள் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. வேதியியற் தொழிற்சாலைகளிலும், செயல்முறைப் படுத்தும் தொழிற்சாலைகளிலும் உருவாக்கப்படும் பல விளை பொருட்களுக்கு ஓர் அலகு விளைபொருள் மதிப்பிற்குத் தேவையாகும் நீராவியையும், மொத்த நீராவித் தேவையையும் அட்டவணை 2 இல் காணலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில், நில வெப்ப ஆற்றலின் பொருளாதார முதன்மையினை விளை பொருளின் மதிப்பில் அது கொண்டுள்ள பங்கிலிருந்து தீர்மானிக்கலாம். பயன்படுத்தப்பட்ட நீராவியைக் கொண்டோ, பிற வகையில் தேவைப்படும் புதைபடிவு எரிபொருளின் அளவினைக் கொண்டோ இதனைத்தோராயமாகக் கணக்கிடலாம். வேறுபட்ட வடிவமைப்பின் விளைவும் அதன் காரணமான வேறுபட்ட முதலீடும் இக் கணக்கீடுகளில் கொள்ளப்படுகின்றன. விளைபொருளின் மதிப்பில் 5 முதல் 20% வரை வெப்ப இணையான ஆற்றல் பங்கினைக் கொண்ட பல வகைகள் நமக்குத் தெரிந்தவையாகும். தொழிலகச் செயல் முறைப் பயன்பாடுகளில் (process uses) நில வெப்ப ஆற்றலின் தற்போது நிலவி வரும் பயன்பாடும் திட்டமிடப்பட்ட பயன்பாடும் அட்டவணை3 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. வட ஐஸ்லாந்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கடற்பாசியை (sea weed) உலர்த்துவதற்கான தொழிற் சாலை படம் 14 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 13. நிலவெப்ப நீர் நீராவிப் பயன்பாடும் வெப்பநிலை இடைவெளியும்

தற்போது இயக்கத்தில் இருந்து வரும் பெரிய தொழில் நிலையங்கள், நில வெப்ப ஆற்றல் பல் துறைச் சார்புடைய ஆற்றல் மூலம் என்பதைப் பெரிதும் நிறுவியுள்ளன. செயல்முறை வெப்பப்படுத்துதல் அறைகளை வெப்பப்படுத்துதல், மின் திறன் ஆக்கம் ஆகியவை அதே ஒட்டுமொத்தமான அமைப்பில் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதற்குப் பல எடுத்துக் காட்டுக்கள் உள்ளன.

நில வெப்ப ஆற்றல் மூலங்களில் பேரளவு வேறுபாடுகள் அமைவதனால், ஒவ்வொரு மூலத்தையும் தனித்தனியாக ஆய்வு செய்து அவ்வாற்றலின் பெரிதும் உகந்த பயன்பாட்டினைப் பெற இயலும். இதற்கான சில பொதுக் கருத்துகள் வருமாறு.

மின் ஆக்கம் முதன்மைக் குறிக்கோளாக அமையும் போது, ஈர நீராவியைப் பயன்படுத்தும் நிலையங்களிலிருந்து கழிவு நீராவியைப் பயன்படுத்துவதற்கு மிகுந்தஅளவு வாய்ப்புக்கள் உள்ளன. இத்தகைய இடங்களில் உயர் வெப்ப நிலைகளில் நில வெப்பத்தினை அறைகளை வெப்பப்படுத்துவதற்காகவும், புதிய நீர் ஆக்கத்திற்காகவும், மற்றும் சில தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படுத்தலாம்.

அறைகளை வெப்பப்படுத்துவது முதன்மையான குறிக்கோளாக இருக்கும்போது, துணை மின் ஆக்கம் சில வகைகளில் இயல்வதாகும். பசுஞ் செடிகளை வளர்க்கும் கண்ணாடி வீடுகள், நிலத்தை வெப்பப்படுத்துதல், நீச்சல் குளங்களை வெப்பப் படுத்துதல், போன்ற பல துணைப் பயன்பாடுகள் உள்ளன.

நில வெப்ப ஆற்றல் மூலத்தைச் சார்ந்து செயல்முறை வெப்பப் படுத்துதல் முதன்மையான குறிக்கோளாக அமையும்போது, தேவையான மின் ஆக்கம் இயல்வதாகும். மேலும் மற்ற வகைகளைப் போன்றே, துணை வெப்பப்படுத்தும் பயன்பாடு களுக்கான வாய்ப்புக்கள் மிகுந்த அளவில் வழக்கமாக அமைகின்றன.

நில வெப்ப அமைப்புகளின் நில இயல்

கடந்த சில ஆண்டுகளாக, நிலத்தின் சில நூறு கிலோ மீட்டர்களுக்கான புதியதொரு கருத்து உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கருத்தில் நிலக் கட்டமைப்பைச் சார்ந்த தட்டுப் படிமம் (plate tectonic model) இடம் பெறுகிறது. இத்தகைய கருத்தில், கடற்படுகையுடன் (sea floor) நிலப் புறப்பரப்பு, பல உறுதியான தட்டுகளாகப் (rigid plates) பிரிக்கப்பட்டுள்ளதென்றும் இத்தட்டுகள் யாவும், ஒன்றையொன்று சார்ந்து நகர்கின்றனவென்றும் கொள்ளப்படுகின்றன. பெருங் கடல் சார்ந்த மேலோட்டினையோ, கண்டப் பகுதியைச்சார்ந்த மேலோட்டினையோ (oceanic or continental crust) இரண்டையுமோ நிலத்தின் புறப்பரப்பிலமைந்த பாறைப் பகுதி மண்டிலத்துடன் ஒன்று சேர்ந்து இத்தட்டுகள் அமைகின்றன. இத்தட்டுகள்

நிலப்புறப் பகுதியிலமைந்த புறணியுடன் (mantle) மென்பூச்சுக்களைக் கொண்டு இணைக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் கருதப்படுகின்றது. பெருங்கடல் சார்ந்த பாறைப் பகுதி மண்டிலம் 75 முதல் 100 கிலோமீட்டர் தடிப்பினையுடையதாயும் கண்டப் பகுதியைச் சார்ந்த பாறைப்பகுதி மண்டிலம் (continental lithosphere) 150 கிலோ மீட்டர் தடிப்பினை யுடையதாயும் உள்ளன. நிலத்தின் புறப்பரப்பில மைந்த பாறைப் பகுதி மண்டிலத்திற்கும் அடியி லுள்ள பகுதி பாறையடிமண்டிலம் (athenosphere) என்றழைக்கப்படுகிறது.

பாறையடி மண்டிலம் எவற்றால் ஆக்கப் பட்டுள்ளதென்பதை இன்னும் கண்டறியவில்லை. ஆனால் நில நடுக்கக் குறிப்புகள் (seismic data) இப் பகுதியின் மேற்புறம் பகுதி அளவில் உள்ளதென்றும், இதனுடைய கீழ்ப் பகுதியில் பல அடர்த்தி மாறு பாடுகள் (density transitions) அமைந்த பகுதிகள் இருக்கலாம் என்றும் தெரிவிக்கின்றன. பெருங்கடல் சார்ந்த விளிம்புகளின் பட்டை நெடுகிலும் (along the belt of oceanic ridges)இத்தட்டுகள் யாவும் ஓர் ஆண்டிற்குச் சில சென்டி மீட்டர் வீதத்தில் விலகி நகர்ந்து, இடைவெளியை உண்டாக்கி வருகின்றன. புதிய புறணியாகப் பாறைக் குழம்பு இந்த இடைவெளிகளை நிரப்புகின்றது. விளிம்புகளுக்கு அப்பால், தட்டுகள் செல்லும் திசையை நோக்கியே, இத்தட்டுகள் யாவும் குவிய வேண்டும். ஒரு தட்டு மற்றொன்றின் கீழே புதைவுறுகின்றது. இந்த எல்லைகளில் ஆழமான கடல் சார்ந்த பள்ளங்கள்(oceanic trenches)உருவாகின்றன. இந்தப் பள்ளங்களுக்கும் அடியில் எரிமலை வட்டவில் கள் (volcanic arcs) உண்டாகின்றன. இவற்றுடன் இணைந்ததாய் மிகக் குறைந்த நிலநடுக்கம் முதல் மிக அதிகமான நில நடுக்கம் ஏற்படும் நிலை தோன்றுகின்றது. இத்தகைய எல்லையில் ஜப்பான், இந்தோனேஷியா, காம்சட்கா (Kamchatcka) அலியூஷியன் முந்நீரகங்கள் (Aleutian peninsulas)தென் அமெரிக்காவின் ஆண்டிஸ் மலைத்தொடர் ஆகியன அடங்கும். கண்டப் பகுதியின் மேலோட்டில் (continental crust) மென்பூச்சினைக் கொண்ட இரு தகடுகள் குவியும் போது புற.ஒடு அடர்த்தி குறைந்ததாய் புதைவுறாமல் அமைகின்றது. தள்ளுவிசைப் பெயர்ச்சிப் பிளவு களும் (thrust faulting), மடிப்புகளும் (folding) நிலமேலோடு தடிப்புறுவதும், இந்த இடைவெளி களைக் காட்டும். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, இமய மலைத் தொடர்ப் பகுதிகளையும், ஆல்ப்ஸ் மலைத் தொடர்ப் பகுதிகளையும் கூறலாம். தட்டு இடைவெளிகளில், பரவுதலோ, புதைவுறுதலோ தோன்றாதபோது, இத் தட்டுகள் ஒன்றின் மீது ஒன்றாக நழுவி நகர்ந்து பெரிய முறிவுகள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றன. இம் முறிவுகள் மாற்றுப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (transform faults) என்றழைக்கப்படுகின்றன. சான் ஆண்டிரியாஸ் பெயர்ச்சிப்பிளவு அமைப்பு (San Andreas fault system) இதற்கு முதன்மையான எடுத்துக்காட்டாகும். இப்பெயர்ச்சிப்பிளவு அமைப்பு கலிபோர்னியா வளைகுடாவிலிருந்து ஓரிகான் கலிபோர்னியாக் கடற்கரைக் குத்தொலைவிலமைந்த கோர்டா விளிம்புவரை நுழையும் கிழக்குப் பசுபிக் விளிம்பினை இணைக்கின்றது. இது அமெரிக்கத் தட்டிற்கும் பசுபிக் தட்டிற்கும் இடையில் அமைந்த எல்லையைக் காட்டும். தட்டுகளின் விரிவாக்கம் ஆழமான கடலில் அமையும் கடல் முகடுகளுக்குள் (ocean ridges) அடங்கும். செங்கடலும் (red sea) கலிபோர்னியா வளைகுடாப் பிளவுகளும் (rifts) கடந்த சில மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குள்ளேதான் உண்டாகியிருக்கக் கூடும். மேலும் ஆழமான கடலை இன்னும் இதனால் உருவாக்க முடியவில்லை. பெரும் கிழக்கு ஆப்பிரிக்கப் பிளவு (the great east african rifts) வழக்கத்திற்கு மாறானதாகும். இதில் இப்பிரிவு கண்டப் பகுதியைச் சார்ந்த பாறைப் பகுதி மண்டிலத்தினுள் தோன்றுகின்றது. இந்நிலப் பிளவு தொடர்ந்து பரவும்போது, ஆப்பிரிக்கக் கண்டத்தை இறுதியாகப் பிளவுறச் செய்து புதிய கடல் படுகையினை (ocean floor) உண்டாக்கும். தட்டுகளின் இயக்கத்தைக் செயல்பட வைக்கும் இயக்க நுட்பம் புரிந்து கொள்ள இயலவில்லை. ஆனால் இவ்வியங்கு நுட்பம் நிலப் புறணியின் சுழல்வு இயக்கத்துடன் இணைந்ததாய்த் தோன்றுகின்றது. இயக்க அமைப்பு எத்தகையதாக இருந்தாலும், நிலத்தக வெப்பத்தினால் இதற்கான ஆற்றல் வழங்கப்படுகின்றது.

பரவிடும் தட்டு எல்லை, குவிந்திடும் தட்டு எல்லைகளின் நெடுகிலும், பேரளவிலான நிலப்பரப்புக்குரிய வெப்பப் பாய்வு தோன்றுகின்றது. நிலப் புறப் புறணியிலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட பாறைக் குழம்புகளிலிருந்து பெருத்த அளவில் வெப்ப மாற்றம் நில மேலோட்டிலமைந்த ஆழமற்ற நிலைகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இந்த வெப்ப மூலங்களிலிருந்துதான் நில வெப்ப அமைப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. உலகின் உயர் தொகு வெப்ப அடக்கத்தைக் (enthalpy) கொண்ட வளம் வாய்ந்த நில வெப்ப வளாகங்கள் நில இயற் கூறின் இளமையான எரிமலையமைந்த பட்டைக்குள்ளும் நிலத்தின் புறப் பரப்பிலமைந்த பாறைப் பகுதி மண்டிலத்தின் நகரும் தட்டுகளினால் உண்டாக்கப்படும் நில மேலோட்டின் மாறுபாடடைந்த பகுதிக்குள்ளும் காணப்படுகின்றன.

அடிப்படை நில வெப்ப அமைப்புகள்

அடிப்படை நில வெப்ப அமைப்புகள் நில மேலோட்டின் மேலமைந்த சில கிலோமீட்டர் தொலைவிலிருந்து உருவாக்கப்படுகின்றன. இதற்கான வெப்ப மூலம், இந்த ஆழத்திற்கும் கீழிருந்துதான் கிடைக்கின்றது. நில வெப்பப் பாய்மத்தில்



படம் 14. வட ஐஸ்லாந்தில் அமைக்கப்பட்ட கட்ற்பாசிகளைச் செயல்முறைப் படுத்தும் தொழில் நிலையம்

கரைந்துள்ள கனிமப் பொருள்களும் (minerals) உப்புக்களும் வெப்படுத்தப்படுவதனால், அவற்றின் அடர்த்தி குறைகின்றது. ஊடுருவும் பாறை மேலமையும் போது, ஒரு வெப்பச்சுழல் அறை அல்லது அமைப்பு (covection cell or system) உருவாக்கப்படுகின்றது. ஓர் உள்ளடங்கிய பகுதி தேவையாகும்போது, ஊடுருவாப் பாறை, (impervious rock) அமைப்பின் மீது அது அமைய வேண்டும். இவ்வாறு அமையும்போது, நீர்ப் புறப் பரப்பிற்குத் தப்பிச் செல்வது தடுக்கப்படுகின்றது. மூடியுள்ள பாறையின் வெப்பச் சரிமானம் (thermal gradient) உயர்ந்த அளவில் காணப்படுகிறது. இவ் வெப்பச் சரிமானம், நிலவெப்ப அமைப்பின் மேற் பகுதிக்குள் வேகமாகக் குறைகின்றது. இப்பகுதியில் வெப்பச் சுழல் (convection) மிக்க அளவில் காணப்படுகின்றது. இதன் பின்னர் ஆழம் அதிகரிக்கும் போது, வெப்பநிலை வேறுபடுகின்றது. இவ்வெப்ப நிலை அடிப்படை வெப்பநிலையென (base temperature) அழைக்கப்படுகின்றது. அமைப்பின் இந்தப் பகுதி தேக்கமாக அமைகின்றது. தேக்கத்திலிருந்து புறப் பரப்பிற்கான ஒழுக்குகள், நீராவித் துளைகளாகவும் (steam vents) வெப்ப நீரூற்றுக்களாகவும் (hot springs), நீராவி வெப்ப நீர்த்தாரைகளாகவும் வெளியேறும். இவை வெந்நீரூற்றுக்களாகவும் உயர் வெப்ப நிலையில் வளிமங்களையும் ஆவிகளையும் வெளிவிடும் எரிமலைப் பகுதியிலுள்ள துளைகளாகவும் (fumaroles) வெளிப்படுகின்றன.

ஆவி செறிந்த அமைப்புகள். இந்த வகையிலான அமைப்பில் தெவிட்டிய நீராவி முதல் சிறிதளவிலான மிகை வெப்ப நீராவி (வெப்பநிலை 250° செ; அழுத்தம் 30 முதல் 35 பார் (bar) வரை) (1 பார் - 10^5 நியூட்டன்/சதுர மீட்டர்) வரை உண்டாக்கப்படுகிறது. தேக்கமானது பொதுவாக, மிகவும் பிளவுடைய அல்லது நுண் துளைகளைக் கொண்ட பாறைகளைக் கொண்டதாய் அமைகின்றது. 1000 முதல் 2500 மீட்டர் ஆழம் வரையில் ஒரு மணிக்குச் சில ஆயிரம் கிலோகிராமிலிருந்து 2,50,000 கிலோ கிராமுக்கும் மேலாகக் கிணற்றின் பாய்வு இடைவெளி அமைகின்றது. நீராவியில் நீர்மமாகாத வளிமங்கள் நீராவியின் 1.% அளவிற்கும் குறைவான அளவு முதல் 5.%, அல்லது அதற்கும் மேலான அளவில் அமைகின்றன. தொடக்கக் காலங்களில் நீர்மமாகாத வளிமங்களின் அளவு மிகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றது. ஆக்க அளவு அதிகமாக அதிகமாக இவ்வளவு குறைகின்றது

இந்தத் தேக்கங்களில் நிலைத்த நீர்ம அழுத்தம் (hydrostatic pressure) மிக மிகக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றது. நில நீர் ஊடுருவுவதிலிருந்து (groundwater, infiltration) இத்தேக்கங்கள் காப்பிடப்பட்டுள்ளன என்பதையே குறைந்த அளவிலான் நிலைத்த நீர்ம அழுத்தம் காட்டுகின்றது. இத் தேக்கங்கள் உயர் வெப்பநிலையுடன் கூடிய நீர்மம் மிகுந்த அமைப்புகளிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டன வென்று நம்பப்படுகிறது. இவ்வமைப்புகள் காலப் போக்கில் அவற்றின் குளிர்ந்த எல்லைகளில், கரைந்துள்ள பொருளான சிலிக்கா வீழ்படிவதால் காப்பிடப்படுகின்றன. நில மேற்பரப்பிலிருந்து கீழாக மெதுவாக நீர் சென்றடைவதால், நீராவி இடமும் (steam space) ஆழமான நீர்ம நிலையும் (deep liquid phase) அதன் காரணமாக மிகுந்த வெப்ப உவர்நீரும் (hot brine) உருவாகின்றன. அமைப்பின் கீழேயுள்ள மூலத்திலிருந்து வெப்பம் பெறப்படுகின்றது. இவ் வெப்ப மூலம் பாறைக் குழம்பு உட்புகுவதால் கிடைப்பதாக இருக்கலாம்.

கலிபோர்னியா, லார்டரல்லோ, இத்தாலி, ஜப்பானிலுள்ள மட்சுகாவா ஆகிய இடங்களிலுள்ள நீராவி, வெப்பநீர்த் தாரை வெளிப்படும் நீரூற்றுக் களமைந்த நீராவி வயல்கள், ஆவி செறிந்த அமைப்பிற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாகும். எல்லாத் தேக்கங்களின் பண்புகளும் ஒன்றாகவே இருக்கின்றன. நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் வெந்நீரூற்றுக்களைக் கொண்ட தேக்கப் பாறைகள் கடினத் தன்மை மிகுந்து, மிகவும் முறிவடைந்த உருண்டையான கூழாங்கற்களும் மணலும் சேர்ந்து உருவான கலவைப் பாறையையும் எரிமலைப் பாறைகளையும் கொண்டிருக்கும். லார்டரல்லோப் பகுதியில் நுண் துளைகளைக் கொண்ட சுண்ணாம்புக் கற்களும் டோலமைட்டுப் பாறை வகைகளும் (dolomite) கொண்ட தேக்கப் பாறைகள் உள்ளன. மட்சுகாவாவில், முறிவடைந்த எரிமலைப் பாறைகள் (volcanic rocks) தேக்கப் பாறைகளாக உள்ளன.

நீர்மம் செறிந்த அமைப்புகள் : நீர்மம் செறிந்த அமைப்புகளை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவதாக கிராமிற்கு 200 கலோரிகட்கும் அதிகமான உயர் தொகு வெப்ப அடக்க நீர்மங்களெனவும் இரண்டாவதாக இந்த அளவுக்கும் கீழமைந்த குறைந்த தொகு வெப்ப அடக்க நீர்மங்களெனவும் அவை பிரிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய பிரிவினால், மற்ற தேவைகளுக்கு மிகவும் பயன்படும் நீர்மங்களிலிருந்து, மின்திறன் ஆக்கத்திற்குப் பயன்படும் நீர்மங்களை வேறுபடுத்தலாம்.

நீர்மம் செறிந்த அமைப்புகளுக்கிடையேமைந்த முக்கியமான இயற்பியல் வேறுபாடு யாதெனில், நீர்ம அமைப்புகளிலுள்ள தேக்க அழுத்தங்கள், நிலைத்த நீர்ம அழுத்தங்களுக்கு அருகில் அமையும், அதாவது 1 மீட்டர் ஆழத்திற்கு 0.1 பார் அழுத்தத்தைக் கொண்டிருக்கும். நீர்மம் செறிந்த அமைப்புகளில் 1000 முதல் 25,000 மீட்டர் ஆழம் வரையில் 100 முதல் 250 பார் அளவில் அழுத்தங்கள் காணப்படும். ஆனால் இதனோடு ஒப்பிடும்போது ஆவி

செறிந்த அமைப்புகளில் அழுத்த அளவு 30 முதல் 35 பார் அளவில்தான் காணப்படும்.

உயர் தொகு வெப்ப அடக்க அமைப்புகளில் (high enthalpy systems) நீரில் கரைந்துள்ள திண்மப் பொருள்களின் அளவு 200° செ. முதல் 388° செ. வரை உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் 2000 ப.ஒ.மி. (பகுதிகள் ஒரு மில்லியனுக்கு -ppm parts per million) முதல் 2,60,000 ப.ஒ.மி. அளவு வரையிலும் இருக்கும். இதில் கரைந்துள்ள திண்மப் பொருள்கள் பேரளவு எதிர்மின் அயனிக் (anion) குளோரைடும் இதனுடன் குறைந்த அளவுகளில் சல்பேட்டும், கார்பனேட்டும் ஆகும். சிறிய அளவில் சுண்ணாம்பையும் (calcium), சில நேரங்களில் மகனீசியத்தையும் கொண்ட சோடியமும் பொட்டாசியமும் முதன்மையான நேர்மின்அயனிகளாகும் (cations). 800 ப. ஒ. மி. அளவு சிலிக்காவுடன், பல ப. ஒ. மி. அளவு ஃபுளோரைடும் பல பத்து மடங்கு ப. ஒ. மி. அளவு போரானும் கொண்ட உயர் தொகு வெப்ப அடக்க நீர்மங்களின் வெளியேற்றம் சிக்கல் வாய்ந்ததாய் உள்ளது.

இந்த வகையைச் சார்ந்த தேக்கங்களில் துளையிடப்பட்ட கிணறுகள் நீர், நீராவிக் கலவையை உண்டாக்குகின்றன. தகுந்த அழுத்தத்தில் நீராவியைப் பிரித்துச் சுழலியை இயங்க வைக்கலாம். பிரிக்கப்பட்ட நீராவியில் நீர்மமாகாத வளிம அளவு 1% அளவிற்கும் குறைவாகும்.

நன்கு உருவாக்கப்பட்ட உயர் தொகு வெப்ப அடக்கம் கொண்ட நீர்மம் செறிந்த தேக்கம் நியூசிலாந்தில் வைரகியில் அமைந்துள்ளது. இங்கு ஊடுருவு நுரைகள் வகை சார்ந்த எரிமலைப் பாறையின் (permeable pumiceous volcanic rock) மீது அதன் மூடியாக ஊடுருவாப் படிவுப் பாறை அமைப்பு (impermeable sedimentary formation) உள்ளது. இதன் மீது கிணறுகள் துளையிடப்பட்டுள்ளன. நீர்மத்தின் வெப்ப நிலை 260° செ. ஆகும். இத்தகைய மற்றோர் அமைப்பு, கலிபோர்னியா வளைகுடாவிற்கு வடக்கே மெக்சிகோவில் உள்ள மெக்சிகலி பள்ளத்தாக்கிலமைந்த (mexicali valley) உருவாகி வரும் நிலையிலமைந்த செர்ரோ பிரீட்டோ தேக்கமாகும் (cerro prieto reservoir). 300° செ. வெப்ப நிலையிலும் அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட வெப்பநிலையிலும் உள்ள செர்ரோ பிரீட்டோ வயலிலிருந்து பெறப்படும் நீர்மத்தைக் கொண்டு, மின் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. மேலும் ஊடுருவும் படிவுப் பாறையினைக்கொண்ட தேக்கத்தில் 15,000 முதல் 25,000 ப. ஒ. மி. அளவு உப்பு கரைந்துள்ளது. கலிபோர்னியாவின் இம்பீரியல் பள்ளத்தாக்கில் சால்ட்டன் கடல் தேக்கம் நீங்கலாக அதே தேக்கப் பண்புகளைக் கொண்ட கிணறுகள் 25,000 மீட்டர் ஆழம் வரை துளையிடப்பட்டுள்ளன. சால்ட்டன் கடல் தேக்கத்தில் (salton, sea reservoir) செறிவூட்டம் பெற்ற உவர் நீரில் (brine) மொத்த திண்மப் பொருட்களின் அளவு 260,000 ப. ஒ. மி. ஆகும்.

உயர் தொகு வெப்ப அடக்க அமைப்புகளில் அறியப்பட்ட பண்புகளைக் காட்டிலும் பேரளவில் வேறுபடும் பண்புகளைக் கொண்டும் குறைந்த தொகு வெப்ப அடக்கத்தைக் கொண்டும் நீர்மம் செறிந்த அமைப்புகள் இருக்கின்றன. சிலவற்றில் சல்பேட்டு எதிர் மின் அயனிமிகுந்த அளவிலும், மற்றவற்றில் கார்பனேட்டு பைகார்பனேட்டு, பேரளவிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் கிடைக்கும் நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகள் மிகக் குறைந்த அளவே உள்ளதால், சில வகையான நீர்கள் குடிப்பதற்கும் ஏற்றவையாக இருக்கும். வெப்பநிலையைச் சார்ந்து அமையும் கரைந்துள்ள சிலிக்காவின் அளவு குறைந்தும் நச்சுக் கூறுகளான ஃபுளோரினும், போரானும் பொதுவாகக் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. குறைந்ததொகு வெப்ப அடக்க அமைப்புகளின் வெப்ப நிலைகளின் எல்லை ஆண்டுச் சராசரி வெப்பநிலைக்கும் மேலாக 10° செ முதற்கொண்டு முன்னர்க் கூறப்பட்ட தோராய அளவான 200° செ. வரை அமைகின்றது.

சில ஆழமான படிவுப் பாறையைக் கொண்ட ஆழ் நீர்த்தேக்கங்களில் (deep sedimentary basins) காணப்படும் குறைந்த தொகு வெப்ப அடக்கம் கொண்ட நீர்கள் இவ்வகையில் சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்நீர்த் தேக்கங்களின் மேலமைந்த பாறைகள் குறைந்த வெப்பக் கடத்தும் திறனையுடையவையாகும். வெப்பநிலைகள் 50 முதல் 60° செ வரையிலும், 60° செ. முதல் 120° செ. வரையிலும் அமைகின்றன. ஆனால் தேக்கங்கள் பெரியவையாய் அமைகின்றன. ஹங்கேரி நாட்டின் நீர்த்தேக்கமும் சோவியத்து நாட்டின் பல தேக்கங்களும் இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் வளைகுடாக் கடற்கரை நெடுகிலும் உள்ளகுறைந்த இறுக்கப் படிவுகளை மணலுக்கடியில் கொண்ட இத்தகைய தேக்கங்கள் இருக்கின்றன. இத தேக்கங்கள் வெப்பநிலை 200° செ. அளவிற்கு மேற்பட்டதாயும், அழுத்தங்கள் நிலைத்த நீர்ம அழுத்தத்திற்கு மேலாகவும் இருக்கின்றன. இந்த நீர்த் தேக்கங்களிலிருந்து வெப்ப நீரைப் பெறுவதற்கு 2000 மீட்டர் அளவிற்கும், அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட ஆழத்திற்கும் ஆழ் கிணறுகள் அமைப்பது தேவையாகின்றது. இந்த நீர்த் தேக்கங்களில் இளமையான எரிமலைக்கான பண்பு ஏதும் இணைந்து அமையாததால் தேக்கத்தின் மேலமைந்த படிவின் காப்பிடும் விளைவினாலும் வழக்கமான நிலப்பரப்பின் சிறிதளவு அதிகமான வெப்பப் பாய்வினாலும் வெப்பம் வழங்கப்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தும் பல குறைந்த தொகு வெப்ப அடக்கத்தைக் கொண்ட

தேக்கங்களை ஐஸ்லாந்து நாடு பெற்றுள்ளது. உலகம் முழுவதும் பல தேக்கங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், குறிப்பாக ஆரிகான், இடாஹோ, கலிபோர்னியாத் தேக்கங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. பொதுவாகக் காணும்போது, இளமையான எரிமலைக்கான பண்புகளுடன் இத்தேக்கங்கள் நெருக்கமாக இணைந்துள்ளதால், இவ்வெப்பத்திற்கான மூலம் நிலப் பாறைக் குழம்பின் வெப்ப மூலமாகத்தான் இருக்க முடியுமெனக் கருதப்படுகின்றது.

நில வெப்ப ஆற்றல் வள ஆய்வு. எங்கு பெயர்ச்சிப் பிளவுகளின் காரணமாக நிலமேலோடு எழுச்சியடைந்து பின்னர்ப் படிந்து நிலக்கோலப் பாறைக் குழம்பினாலும்(magmas) நில வெப்பச் சூழல் அமைப்புக்களாலும் (geothermal convection systems) ஆழத்திலிருந்து பெரும் அளவிலான வெப்ப மாற்றம் நிகழ்கின்றதோ, அத்தகைய இடங்களில் உலகின் உயர் தொகு வெப்ப அடக்கம் கொண்ட நில வெப்ப அமைப்புகளும் மூலங்களும் அமைகின்றன். இவை யாவும் நிலத்தின் புறப்பரப்பில் அமைந்தபாறைப் பகுதி மண்டிலத்திலுள்ள தட்டுகளின் (lithospheric plates) மிக அண்மையில் நிகழ்ந்த நிலஇயல் இயக்கங்களுடன் மிகவும் நெருக்கமாக இணைக்கப் பட்டுள்ளன.

தொடர்ச்சியான அடுத்தடுத்த மேற்கத்திய மாநிலங்களைக் கொண்ட பரந்த பகுதியை அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள் கொண்டுள்ளன. இப்பகுதி அண்மைக் காலத்தில் நிலத்தின் புறப்பரப்பில் அமைந்த பாறைப் பகுதி மண்டிலத்திலமைந்த தட்டுகள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று செயல் புரிவதனாலும் அவற்றின் இயங்கு திசைகள் மாறுதலடைந்தாலும் தொடர்பு கலந்துள்ளது. இப்பகுதியின் பெரும் பரப்பு, வழக்கமான வெப்பப் பாய்விற்கும் மேலான வெப்பப் பாய்வினையும், எண்ணற்ற வெப்ப ஊற்றுக்களையும், கிணறுகளையும் கொண்டுள்ளதாகக் கடந்த சில ஆண்டுகளாக மேற்கொள்ளப் பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து அறியப்படுகின்றது.

புறப்பரப்பில் காணப்படும் வெப்பமே நில வெப்ப மூலங்களைக் கண்டறிவதற்கு எளிமையான சான்றாக அமைகின்றது. தேக்கத்திலிருந்து சிறிது தொலைவில் வெப்ப நீரூற்றுகளும் அல்லது நீராவி, வெப்ப நீர்த்தாரை வெளிப்படும் நீரூற்றுகளும் (geysers) இருக்கும்போது, ஒருவெப்ப நீரூற்றில், மிக அதிகமான ஆழத்தில் சோதனைக் கிணற்றினைத் துளையிடும்போது அதன் வழியாக நில வெப்பத் திறன் ஆக்கம் செய்வது இயலாமற் போய்விடலாம். மேலும் சில நிலவெப்பத் திறன் தேக்கங்களின் புறப்பரப்பில் வெப்பத் திறன் மிகச் சிறிய அளவில் இருக்கும் அல்லது இல்லாமல் கூட இருக்கும். எனவே நில வெப்பத் திறனைக் கண்டறிவதற்கான வாய்ப்புக்களை மேம்படுத்த நிலஇயல், நில இயற்பியல் முறைகளைப் (geological and geophysical methods) பயன்படுத்த வேண்டியது தேவையாகிறது.

குவிமட்டப் பகுதிகள் (domed areas) குறைந்தது இரு பக்கங்களிலும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளால் கட்டுப் படுத்தப்பட்டு, அகலத்தைக் காட்டிலும் நீளம் அதிகமாய்க் காணப்படும் நில மேலோட்டிலமைந்த தாழ்ந்த பகுதிகள், எரிமலையின் மையப் பகுதி அமிழ்வதாலோ, இயல்பு மீறிய வன்மையான வெடிப்பின் காரணமாகவோ, எரிமலை நொறுங்குதலினாலோ எரிமலைத் துளையைக் காட்டிலும் பலமடங்கு பெரிய விட்ட அளவினைக் கொண்ட எரிமலை இடுக்குவாய் போன்ற கட்டமைப்புகளையும், அடுக்கியற் படிவுகளையும் வரையறை செய்யும் நிலவெப்ப மூல வளங்களையும் கொண்டுள்ளதை நிலஇயல் ஆய்வுகளில் கண்டறியலாம்.பெயர்ச்சிப் பிளவு அமைப்புகளையும் (fault patterns) அண்மைக் காலத்தில் நடைபெற்ற எரிமலை இயக்கத்தையும் நிலஇயல் ஆய்வுகளில் கண்டறிவதற்கு வான்வழியாகவும் துணைக்கோள் வழியாகவும் எடுக்கப்பட்ட நிழற்படங்களும் உருவங்களும் நன்கு பயன்படுகின்றன.

நில வெப்பச் சரிமானத்தை (geothermal gradient) அளவிடுவதும் ஆழம் குறைந்த துளையிடப்பட்ட துளைகளின் வெப்பப் பாய்வினைத் தீர்மானிப்பதும், நில இயற்பியல் ஆய்வு முறைகளில் (geophysical methods) மிக முதன்மை வாய்ந்தவையாகும். பெறப்பட்ட செய்திக் குறிப்புக்களிலிருந்து எவ்வளவு மிக்க ஆழங்களில் அமையலாமெனக் கணித்துக் கூறுவதில் மிக்க கவனத்தைச் செலுத்த வேண்டும். மேலும் நிலநீர் இடம் பெயரும்போது இக்கணக்கீடுகளில் பெரிய அளவில் முரண்பாடுகள் உண்டாகும். ஆனால் இம்முறை, வெப்ப ஒழுங்கின்மையைத் திட்ட வட்டமாகவும் நேரடியாகவும் கூற உதவும்.

ஏடை அளவிடும் ஆய்வுகள் வழியாக, இடையில் புகும் பாறை இருப்பதைக் கண்டறிய இயலும். இப் பாறை வெப்பவள மூலமாக அமையலாம் அல்லது வேறுபட்ட அடர்த்திகள் காணப்பெறும்போது எரிமலை இடுக்குவாய்(calderan) இருப்பதையோ அல்லது பெயர்ச்சிப்பிளவுகளால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நில மேலோட்டிலமைந்த தாழ்ந்த பகுதி இருப்பதையோ காண்பிக்கலாம். ஒழுங்கற்ற வெப்ப நிலைகளுடன் சிறிய ஏடை அளவு வேறுபாடுகளுடன் இணைந்ததாகக் கலிபோர்னியாவிலுள்ள இம்பீரியல் பள்ளத் தாக்கு அமைந்துள்ளது.

உவர்நீர் செறிந்த வெப்பப்பாறைகள் குறைந்த மின்தடைத்திறனைக் (low electrical resistivity) கொண்டுள்ளன. குறைந்த மின் தடைத்திறன், உயர் வெப்பமும் மற்றும் நீர்மம் மிக்க நிலவெப்ப அமைப்புகளும் இருப்பதைக் காண்பிக்கும். மின்னியல், மின்

காந்த் முறைகளின் வாயிலாக இத்தேக்கங்களின் படிமங்களையும் அளவுகளையும் கண்டறியலாம். நியூசிலாந்திலும் இம்பீரியல் பள்ளத்தாக்கிலும், புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தேக்கங்களில் நடைமுறை சார்ந்த விளைவுகள் பெறப்பட்டுள்ளன.

பல நில வெப்பத் தேக்கங்களில் தரையில் ஏற்படும் இரைச்சலைப் (ground noise) பற்றிய ஆய்வுகளுடன், அடங்கிப் போகும் நில நடுக்கங்களின் ஆய்வுகளும் (passive seismic surveys) மேற்கொள்ளப்பட்டன. இதற்கான ஒரு முறையில் மிக நுண்ணிய நில அதிர்ச்சிகள் (micro earth quakes) பதிவு செய்யப்படுகின்றன. இத்தகைய மிக நுண்ணிய நில அதிர்ச்சிகள் பல நில வெப்ப அமைப்புகளை உண்டாக்குகின்றன. தேக்கங்களின் உயர்ந்த பெயர்ச்சிப் பிளவுத் தன்மையினாலும் மேலும் பாறைச்சிதைவினால் ஏற்படும் மாறுதலடைந்த இளமையான பகுதிகளுடன் இவை தொடர்பு கொண்டுள்ளதாலும், மிக நுண்ணிய நில அதிர்ச்சி இயக்கம் உண்டாவதற்குக் காரணமாய் இவை அமையலாம். மறுபுறத்தில் தரைஒலிஆய்வுகள் அல்லது நிலவெப்ப ஒலிஆய்வுகள், ஓசைக் குறிகளைக் (acoustic signals) குறுகிய எல்லையைக் கொண்ட வீச்சுகளிலும், அலை வெண்களிலும் (amplitude and frequency) பதிவுசெய்கின்றன. தனித்தனியான நில வெப்ப அமைப்புகள் தமக்கே உரிய சிறப்புப் பண்பினைக் கொண்ட ஒலிக் குறிகளை உண்டாக்குகின்றனவென்றும் இவ்வொலிக் குறிகள் தேக்கங்களின் ஆழத்தையும், வெப்பநிலைச் சரிமானத்தையும் (temperature gradient) சார்ந்துள்ளனவென்றும் ஆய்வுகளிலிருந்து அறியப்படுகின்றது. இம்முறையின் நம்பத்தக்க தன்மை நிறுவப்பட்டால் இம்முறையின் எளிமையின் காரணமாகவும், இது செலவு குறைந்த ஆய்வாக இருப்பதன் காரணமாகவும், நில வெப்ப ஆய்வில் மிக முதன்மை இடம் பெறும்.

நில நடுக்கங்களின்போது மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளும், அதிர்ச்சியினாலோ, வெடிப்புக்களினாலோ உண்டாக்கப்பட்டுப் பதிவு செய்யப்படும் நில நடுக்க அலைகளும் (seismic waves) நிலத்தடிப் பரப்பின் கட்டமைப்பினையும், பெயர்ச்சிப்பிளவுகளையும் தீர்மானிப்பதற்கு மிகவும் பயனுவைடையுவாக அமையும். ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திற்கும், பிரச்சினைக்கும் மிகவும் ஏற்ற எதிர்பலித்தல் அல்லது ஒளி விலகல் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். நிலவெப்ப அமைப்புகளில் நிலநடுக்க அலைகள் மட்டுப்படலாமென (attenuation of seismic wavess) அண்மைக்கால ஆய்வுகளிலிருந்து தெரியவருகின்றது. இம்முறையை மேம்படுத்துவதானால் நிலவெப்ப மூலங்களைக் கண்டறிவதற்காக நில நடுக்கங்களின்போது மேற்கொள்ளப்படும் ஆய்வுகளின் பயன்பாட்டினை உயர்த்தலாம்.

காந்தக்கள ஆய்வுகளில் (magnetic surveys) நிலத்தடியிலமைந்த பாறைகளின் காந்தப் பண்புகள் அளவிடப்படுகின்றன. இடையில் புகும் பாறைகளின் காந்தப் பண்புகளின் ஒழுங்கற்ற தன்மை (magnetic anomalies) ஒரு வகையாகவும் நில வெப்ப நீர்மத்தால் பாறைகளின் காந்தப் பண்பினைக் கொண்ட கனிமப் பொருள்கள் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளபோது, அத்தகைய பாறைகளின் காந்தப் பண்புகளின் ஒழுங்கற்ற தன்மை எதிர்வகையாகவும் காணப்படுகின்றன. நிலவெப்பத் தேக்கங்களைக் கண்டறியக்காந்தவியலான ஆய்வு பயனுடையதாக அமையும். ஆனால் இத்தகைய ஆய்வில் பல சிக்கலான கூறுகள் தோன்றுவதால், சோதனை முடிவுகளின் உட்பொருளை எடுத்துரைப்பது மிகவும் கடினமாய் உள்ளது.

உலகம் முழுவதிலும் நீரூற்றுகளிலிருந்து வெளிவரும் நீரின் மாதிரிகளைக் கொண்டும் நில வெப்ப நீர்மங்களின் மாதிரிகளைக் கொண்டும் பலவிதமான நிலவேதியியல், ஓரகத் தனிம ஆய்வுகள் (geo chemical and isotopic investigations) மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இதன் விளைவாகச் சில மூலக் கூறுகளையோ மூலக் கூறுகளின் விகிதங்களையோ பயன்படுத்தி நீர்மம் மிக்க அமைப்புகளின், தேக்க வெப்ப நிலைகளைக் கண்டறியலாம். சிலிக்காவைத் தன்னகத்தே கொண்ட மூலக்கூறுகளும் மற்றும் சோடியம் பொட்டாசியம், சுண்ணாம்பு விகிதங்களும் தேக்க வெப்ப நிலைகளைக் கண்டறிவதற்குப் பயன்படுகின்றன. 50 ப.ஒ.மி.இற்கும் அதிகமான உயர் குளோரைடைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ள ஊற்றுகள், நீர்மம் மிக்க தேக்கம் உள்ளதைக் குறிக்கும். 20 ப.ஒ.மி. இற்கும் குறைவான குளோரைடைத் தம்மகத்தே கொண்டுள்ள ஊற்றுகள் ஆவி மேம்பட்டு அமைந்த தேக்க அமைப்பைக் காட்டும். நிலவெப்ப நீரிலுள்ள ஹைடிரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் ஓரகத் தனிம ஆய்விற்கு உட்படுத்தி அதன் வழியாக அந்நீரின் பிறப்பிடத்தைக் கண்டறியலாம். நிலவெப்ப நீர்மங்களின் பிறப்பிடம் காற்று மண்டல மழையே எனத் தற்போது நிலை நாட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் எரிமலையின் காரணமாகவோ நிலத்தடியிலுள்ள பாறைக்குழம்பின் காரணமாகவோ இத்தேக்கங்களில் சேர்க்கப்படும் நீரின் அளவு மிகவும் குறைந்தது எனவும் நிலைநாட்டப்பட்டுள்ளது. நிலமேற்பரப்பிலிருந்து நிலவெப்பத் தேக்கத்திற்கு எவ்வளவு நீர் உட் சென்றது எனக் கணக்கிட்டு ஒரு பகுதியின் நீரியல் தன்மையினைக் கண்டறியலாம்.

நில வெப்பத் தேக்கத்தின் அமைவிடத்தையும் அதன் அளவையும் கண்டறிய மேற்கண்ட ஆய்வு முறைகள் சிறப்பாக அமைவதில்லை. ஆழ்கிணறுகளைத் துளையிடுவதாலும் அக்கிணறுகளிலிருந்து பெறப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டு சோதனை செய்வதாலும் மட்டுமே, நிலவெப்பத் தேக்கத்தினை

வெற்றிகரமாக உருவாக்கிப் பயன்படுத்துவதைத் தீர்மானிக்க இயலும்.

ஜெ.சு.

நூலோதி

1. Kaufman, A., Geothermal Power, U.S. Bureau of Mine, Circular 8320, Pitts Burgh, Pennysylvania, 1964.
2. Armisteas, H.C.H., Geothermal Energy, Review Research and Development UNESCO, Earth Sources Publication, 12, Paris, 1973.

ஆற்றல், நிலைப்பேறு (உறுதி) (பொருண்மை)

பொருட்பண்பியலின்படி ஒரு பொருளில் அடங்கிய மொத்த ஆற்றலின் அளவே ஆற்றல் நிலைப்பேறு (inertia of energy) ஆகும். இதைக் கொண்டு, அப் பொருளின் நிலைப் பேற்றுப்பண்புகளை அறிந்து அளவிட முடியும். ஒரு பொருளின் மொத்த ஆற்றல் E என்றும், அதனின் ஒய்வுப் பொருண்மை m_0 என்றும், ஒளியின் திசைவேகம் c என்றும் கொண்டால், பொருண்மை ஆற்றல் கோட்பாட்டின்படி, $E = m_0c^2$ ஆகும். இதனை, எச். பாயின்கேர் (H. Poincare) கி. பி. 1900இல் பொதுவானதொரு இயக்கச் சமன்பாடாகக் கொண்டார். இதனையே பின்னர் கி. பி. 1905இல் ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டைன் (Albert Einstein) தமது சிறப்புச் சார்புடைமைக் கோட்பாட்டிலிருந்து வருவித்து நிறுவினார்.

அணுக்கருவின் குறுகிய பருமானமும், ஈர்ப்புத் தன்மையும் அணுக்கருத் துகள்களிடையே உள்ள விசையானது குறுகிய இடைவெளித் தன்மையும் (short range) வலிமையும் (strong) கொண்டு இருக்க வேண்டும் என்ற கருத்தை வலியுறுத்துகின்றன. இந்த விசையால் அணுக்கருத் துகள்கள் பிணைக்கப் படும்போது அவற்றின் பொருண்மையில் சிறிது குறைவு ஏற்படுகின்றது. அல்லது இரு அணுத் துகள்கள் இடைவினை புரியும்போது (interaction) அவற்றின் பொருண்மை ஆற்றலில் ஒரு சிறு பகுதி பிணைப்புக்காக இழக்கப்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக ஒரு புரோட்டான் (proton) ஒரு நியூட்ரானை (neutron) மிகு வலிமை விசையுடன் ஈர்த்து ஒரு கன ஹைடிரஜன் கருவை (டியூட்ரியம்) உருவாக்கும்போது 34.5 ஜூல் அளவு வேலை செய்யப்படுகிறது, ஆகையால் இந்த அளவிற்கு ஆற்றலானது இழக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாகக் கன ஹைடிரஜனின் (heavy hydrogen) அணுக்கருவின் பொருண்மை, அக்கருவிலுள்ள புரோட்டான் நியூட்ரான்களின் கூடுதல் பொருண்மைகளை (sum of the masses) விட 34.5ஜூல்/c^2 குறைவாக உள்ளது. இதே போன்று அணுக்கரு சிதைவுறும்போதும், பிளக்கப்படும்போதும் ஓரளவு ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது. பொதுவாக, ஒரு பொருளின் பொருண்மை Δm அளவு மாறுதல் அடைந்தால் அதனின் ஆற்றல் $\Delta E = c^2.\Delta m$ அளவு மாறுபடுகின்றது.

ஒரு நேர்கோட்டில் செல்லும் ஒரு பொருளின் இயக்க ஆற்றல், $K.E = \frac{1}{2}mv^2$ ஆகும். பொருளின் திசைவேகம் அதிகரிக்கும்போது அதன் பொருண்மை பெரும் மாறுதலை அடைகின்றது. பொருண்மை திசைவேகத்திற்கு ஏற்ப மாறுகிறது என்ற கருத்தை

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

என்ற சமன்பாட்டால் அறியலாம். இயக்கமற்ற ஒய்வு நிலையில் பொருளின் மொத்த ஆற்றலை m_0c^2 என்றும், v என்ற வேகத்தில் இயங்கும் பொருளின் மொத்த ஆற்றலை mc^2 என்றும் கொண்டால் அதன் இயக்க ஆற்றல், K.E. என்றால்,

$$K.E. = mc^2 - m_0c^2$$

$$\therefore mc^2 = KE + m_0c^2$$

$$\therefore m = \frac{KE}{C^2} + m_0$$

$$\simeq \frac{KE}{C^2}$$

மேற்கண்ட சமன்பாடுகளிலிருந்தும் ஒரு பொருளின் பொருண்மை, இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கும் போது அதிகரிக்கிறது என்பது புலனாகின்றது. இதிலிருந்து பொருண்மை ஆற்றலும் ஒன்றுக்கொன்று ஈடானது என்பதும், ஒன்று மற்றொன்றாக மாறும் இயல்புடையது என்பதும் தெளிவாகின்றன.

அணு உலைகளில் ஏற்படும் ஆற்றல் வெளிப்பாடும், சூரியன் விண்மீன்கள் ஆகியவற்றின் ஆற்றல் வெளிப்பாடும் இதனையே வலியுறுத்துகின்றன. சூரியனிடமிருந்து கதிர்வீச்சு முறையில் வெளியிடப்படும் ஆற்றலின் அளவானது 4,000,000 டன்/ நொடி பொருண்மை இழப்பாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு பொருளின் மொத்த ஆற்றலின் அளவை அதன் ஒய்வு பொருண்மையின் அளவிலிருந்து எளிய ஆய்வின் மூலம் காண முடியாத ஒரு இக்கட்டான நிலையில், ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டிடைனின்சார்புடைமைக் கோட்பாடு ஒரு திருப்பு முனையாக அமைந்தது. பொருள்களின் பண்புகளிலிருந்து அப்பொருள்களின் ஆற்றலைக் கணக்கிட முடியும்.

ஐன்ஸ்டைன் சார்புடைமைக் கோட்பாட்டின் படி, ஒளிக்கற்றையானது ஒரு விண்மீன் அருகே கடந்து செல்கையில் அந்த விண்மீனின் ஈர்ப்பு விசையினால் ஈர்க்கப்பட்டுத் திசைமாற்றம் அடைகிறது, எனவும் ஒரு பெரும் விண்மீனிலிருந்து வெளிப்படும்

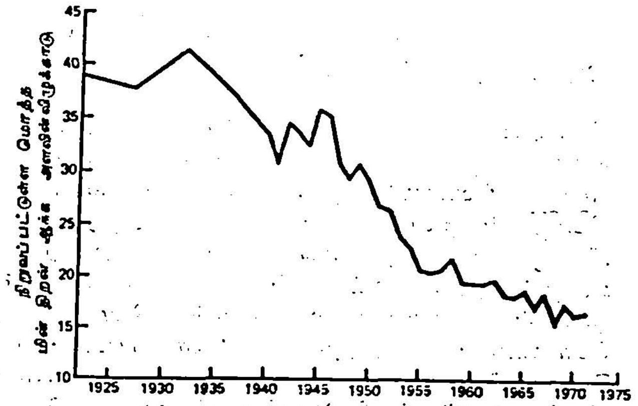
அல்லது அணுவினின்றும் தப்பித்து வெளியேறும் ஒளி யால் ஆற்றல் இழப்பு நிகழ்கிறது எனவும் இதனால் அது சிவப்பு முனை நோக்கி இடம் பெயர்ந்து தோன்றுகின்றது எனவும் இது ஈர்ப்பாக்கச் சிவப்பு முனை இடப்பெயர்ச்சி (gravitational red shift)என்று அழைக்கப்படுகிறது எனவும் நிறுவினார். இவை சோதனைகள் மூலமும் நிறுவப்பட்டுள்ளன.

சி.சுப்பிரமணியன்

ஆற்றல், நீர்மின்

நீரியற் சுழலிகளாலோ (hydraulic turbines) நீர்ச் சக்கரங்களாலோ (water wheels) மின் ஆக்கிகளை (generators) இயக்க வைத்து மின் திறன் பெறப்படு கின்றது. நீர்ப்பாய்வினை வழங்குவதற்கு ஏற்ற இட மும், தேவையான நீர் உயரமும் (head of water) சுழலி-மின் ஆக்கி எந்திரமும் (turbine generator machine), நீர் வெளியேற்றத்திற்கான கால்வாயும் (discharge channel) நீர்மின் நிலையத்தின் (hydro electric plant) முதன்மைக் கூறுகளாக அமை கின்றன. நீரானது உயர்ந்த மட்டத்திலிருந்து தாழ்ந்த மட்டத்திற்குப் பாய்ந்து மின் ஆக்கம் செய்வதற்குத் தேவையான ஈர்ப்பு இரண்டு வடிவங்களில் வெளிப்படுகிறது. அவையாவன, மலை கள், சிறுமலைகள், மேட்டு நிலங்களிலிருந்து கடல் மட்டத்திற்கு மழையினாலும் பனி மழையினாலும் உருவாக்கப்பட்டுக் கீழ்விழும் இயற்கையான ஆறு கள், கடலலைகளின் இயக்கத்தின் விளைவாகத் தோன்றும் கடற்பொங்குமுகங்களின் (estuaries) நீர் மட்ட வேறுபாடுகள், ஏனைய கடலுடன் இணைந்த நீர்ப்பகுதிகளின் நீர்மட்ட வேறுபாடுகள் ஆகும். 1970 ஆம் ஆண்டின் நடுவரை கடலலை ஆற்றலை நீர்மப்புவி ஈர்ப்பு ஆற்றலாக (hydro gravitational energy) வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்துவது மிகச் சிறிய அளவிலேயே அமைந்தது. இந்த அளவு நல்ல தொரு புவியியல் சார்ந்த இடத் தேர்வின் வழியாக வும், நல்லதொரு சாதனத்தை உருவாக்குவதன் வழி யாகவும், நல்லதொரு முதலீட்டின் வழியாகவும் மேம்படுத்தலாம். காண்க. ஆற்றல்,கடலோர்

ஆறுகளிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றல் மொத்த மின் ஆக்கத்தில் பெரும் பங்காகும். அட்டவணை 1 இல் காட்டியுள்ளவாறு அமெரிக்க ஒன்றிய நாடு களில் நீர்மின் நிலையங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட மின் ஆக்கமானது மொத்த மின் ஆக்க அளவில் 16% ஆகும். மொத்த மின் ஆக்கத்தில் நீர்மின் அமைப் புக்களிலிருந்து மட்டும் 74.5% ஐப் பெறும் உலகி லேயே முதன்மையான நாடாகக் கனடா திகழ்கின் றது. அட்டவணை 2 இல் உலகம் முழுவதிலும் நிறுவப்பட்டுள்ள முக்கிய நீர்மின் நிலைய அமைப் புகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றினும் குறைந்த ஆக்க அளவினைக் கொண்ட பல எண்ணிக்கையுள்ள நிலையங்கள் உலகில் அமைந்துள்ளன. படம் 1 இலி ருந்து நாம் அறிவது யாதெனில் அமெரிக்க நாடுகளில் மொத்த நிறுவப்பட்டுள்ள மின் ஆக்க அளவில் நீர் மின் ஆக்கத்தின் விழுக்காடு 50 ஆண்டுகளாகத் தொடர்ந்து குறைந்து வருகின்றதென்பதாகும். 1932 ஆம் ஆண்டில் உயர்ந்த விழுக்காடு 41.4% பெறப்பட்டது. 1970 ஆம் ஆண்டின் நடுவில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பெறத்தக்க நீர்மின்



படம் 1. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் மொத்தம் நிறுவப் பட்டுள்ள மின் திறன் ஆக்க அளவில் நீர்மின் திறன் ஆக்கப் போக்கு விழுக்காட்டில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆற்றல் அளவில் 30% அளவே பெறப்பட்டது. ஆற்றல் பற்றாக்குறையின் காரணமாக மிக்க ஆர்வம் மிகுந்த காலங்களில், நீர் ஆற்றல் வழி யாக மின் ஆற்றல் பெறுவதற்கான வேலைகள் நடைபெறவேண்டுமென வழக்கமாக எல்லோராலும் எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. ஆனால் அத்தகைய கட்டு மானங்களுக்குப் பல தடைகள் உள்ளன என்பது கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் பகுதிகளிலும், மாநிலங்களிலும் நீர்மின்ஆக்கத்தின் நில இயற்பரவல் அட்டவணை 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. நீர்மின் நிலையம் அமைப்பதற்குப் பெரியதொரு மூலதனம் தேவைப்படுவதாலும், சட்டக் கட்டுப்பாட்டுக்குரிய பிரச்சினைகள் தோன்றுவதாலும், (சில நேரங்களில் ஒரு பகுதி அல்லது ஒரு மாநிலத்திற்கும் மேற்பட்ட உரிமைகளும், அக்கறைகளும் இணைந்துள்ளன), பெரும்பான்மையான நீர்மின் திட்டங்கள் வழிவழி யாக அரசினால் தொடங்கப்படுகின்றன. முதலீடு செய்து நீர்மின் அமைப்புகளை (hydro electric fac lities) உருவாக்கிய தனிநபர்கள் மொத்த நிலைய எண்ணிக்கையில் மூன்றில் ஒரு பங்கினை உடையவர் ஆவர்.

அட்டவணை 1. நீர்மின் ஆக்கத்தில் உலகில் முன்னேற்றமடைந்த ஒன்பது நாடுகளின் நீர்மின் வெளியீடு

	நிறுவப்பட்டுள்ள திறன்	வெளியீட்டளவு				
நாடு	ஆயிரம் கிலோ வாட்டுகள்	நாட்டினுடைய சொந்த மொத்தத்தில் %	9 நாடுகளின் பொத்தத்தில் %	மில்லியன் கிலோவாட் மணிகள்	நாட்டினுடைய சொந்த மொத்தத்தில் %	9 நாடுகளின் மொத்தத்தில் %
அமெரிக்கா ஒன்றிய நாடு	56,586	14.6	29.9	269,580	15.7	34.4
சோவியத் நாடு	33,448	19.1	17.7	126,099	15.8	16.1
கனடா	30,601	65.5	16,1	160,984	74.5	20.1
ஜப்பான்	20,176	26.4	10.6	86,849	22.5	11.1
பிரான்சு	15,459	37.3	8.2	48,726	32.5	6.2
இத்தாலி	15,280	42.2	8.0	40,019	32.1	5.1
ஸ்பெயின்	11,054	58.5	5.9	32,283	52.2	4.1
ஜெர்மனி (மேற்கு)	4,842	8.9	2.5	14,054	5.4	1.8
இங்கிலாந்து	2,158	3.0	1.1	4,311	1.7	0.6
மொத்தம்	189,604		100.0	782,905		100.0

அட்டவணை 4 இல் நீர்மின் ஆற்றலுக்கான ஒப்பிடத்தக்க நன்மைகளும் கட்டுப்பாடுகளும் வழங்கப்பட்டுள்ளன. பெரிய நீர்மின் திட்டங்கள் வழக்கமாக எதிர்நோக்கும் பிரச்சினைகளாவன (1) பெரிய அணைகளைக் கட்டுவதற்கு உயர்ந்த தொடக்கச் செலவு தேவையாகின்றது. இத்தகைய கட்டுமானத்தில் ஒரு முதன்மைக் கட்டமைப்பு (main structure) தேவையாகின்றது. ஆனால் இத்தகைய கட்டுமானங்களின் போது தேக்கக் கூட்டமைப்பினைக் (reservoir complex) கட்டி முடிப்பதற்குச் சிறிய அணைகள் கட்டுவது அடிக்கடித் தேவையாகின்றது. (2) பெரிய தொரு நீர் தேக்கத்தை உருவாக்குவதற்குச் சாலைகள், இருப்பு வழிப்பாதைகள், மின் செலுத்தத்திற்கான கம்பித் தொடர்கள் வேண்டும். மற்றும் சில இடங்களில் கிராமங்களில் வாழும் மக்களைக் கூட மாற்று இடத்தில்அமைக்கவேண்டியதாகின்றது. (3) காட்டுப் பகுதிகள் நீங்கலாக ஏனைய பகுதிகளில், பல எண்ணிக்கையிலான வீடுகளையும், பண்ணை இடங்களிலுள்ள கட்டுமானங்களையும் நீக்க வேண்டியதாகின்றது. (4) சுழலிகள் (turbines) போன்ற பெரிய சாதனங்களைத் தயாரித்து வழங்குவதற்கு நீண்ட காலம் ஆகின்றது. (5) அடிக்கடி வேளாண்மைக்கு ஏற்ற பெரும் அளவிலான நிலம் கைவிட வேண்டியதாகின்றது. (6) சில தனித்த தன்னலம் உள்ள மக்களால் இத்தகைய கட்டுமானங்களைத் தவிர்த்திட வேண்டுமெற்ற வன்மையான எதிர்ப்பு ஏற்படுகின்றது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் மட்டுமல்லாமல், உலகம் முழுவதும் நீராற்றலை முழுதும் பயன்படுத்த இயலாமைக்கான இரு காரணங்களாவன, (1) இன்று வரை அணைகள் கட்டப் பெறாதிருக்கும் பெரிய அளவிலான நீராற்றல் மிக்க பகுதிகள் (2) அணைகள் கட்டப்பெற்று முழுமின் ஆக்க அளவினை அடையாமல் இருத்தல் என்பனவாகும். அட்டவணை 2 இல் இந்த இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட கூறு தெளிவாக எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது. தடைகள் இருந்த போதிலும் நீர் மின் ஆக்கத்தினை மேலும் அதிகரிப்பது நல்லதொரு அணுகு முறையாகும். இத்தகைய அணுகு முறையின் வாயிலாக அமெரிக்க ஒன்றியநாடுகளின் மின் ஆக்க அளவினை 20 ஆண்டுகளுக்குள் இரண்டு மடங்காக ஆக்கம் செய்யலாம். மேலும் நீர் மின் திறனை விரிவாக்கும்போது புதிய தொழில் நுட்பம் ஏதும் தேவைப்படுவதில்லை. அட்டவணை 3 இன் தொடர்பாகக் காணும் போது, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் தற்போதைய நீர்மின் ஆக்க அள

அட்டவணை 2. முதன்மை நீர்மின் நிலையங்கள்

நாடு, அணை அல்லது மின்நிலையத்தின் பெயர்	அர்ப்பணிக்கப் பட்ட ஆண்டு	தற்போதைய ஆக்க அளவு (மெகாவாட்டில்)	இறுதியான ஆக்க அளவு (மெகாவாட்டில்)
அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்			
இராபர்ட்மோசஸ் - நையாகரா	1961	1,950	1,950
காஸ்ட்டாய்க்	1974	1,250	1,250
கிரேண்டு கூலி	1941	2,025	9,771
ஜான் டே	மு	2,160	2,700
சீப் ஜோசப்	1956	1,024	2,073
புனிதலாரன்ஸ் பவர் அணை (கனடாவுடன்)	1958	1,880	1,880
தி டாலஸ்	1957	1,119	1,813
மெக்நலி	1953	986	1,406
ஹீவர்	1836	1,345	1,345
வாணாபும்	1963	831	1,330
பிரீஸ்ட் ரேபிட்ஸ்	1959	789	1,262
இராகி ரீச்	1961	712	1,215
ட்வார்ஷாக்	மு		1,060
நார்த்பீல்ட் மலைத்தொடர்	மு		1,000
கனடா			
சர்சில்ஃபால்ஸ்	மு		5,225
மைகா	மு		2,760
W.A.C. பென்னட்	மு	1,150	2,270
கேமனோ	1954	835	1,670
பியூஹார்னே	1951	1,586	1,641
சர் ஆடம் பெக் - எண். 2	1954	900	1,370
டேனியல் ஜான்சன்	மு		1,353
கெட்டில் ரேபிட்ஸ்	மு	714	1,224
மணி கௌகன் - எண்.3	மு		1,176

நாடு மற்றும் அணை அல்லது மின் நிலையத்தின் பெயர்	அர்ப்பணிக்கப்பட்ட ஆண்டு	தற்போதைய ஆக்க அளவு (மெகாவாட்டில்)	இறுதியான ஆக்க அளவு
பெர்சி மிஸ் எண். 1	1956	1,050	1,050
மணிகௌகன் - எண். 2	1965		1,016
சோவியத் ஒன்றியம்			
சயான்ஸ்க்	மு		6,400
கிரஸ்னோயார்ஸ்க்	1968	5,080	6,096
சுகாவோ	மு		5,225
பிரட்ஸ்க்	1961	4,500	4,600
உஸ்ட் - இலிம்ஸ்க	மு	720	4,300
நியூரெக்	மு		2,700
வோல்கா - 22 - வது காங்கிரஸ்	1958	2,543	5,560
வோல்கா - வி.ஐ. லெனின்	1955	2,100	2,300
செபாக்சரி	மு		1,632
இன்குரி	மு		1,600
சரடாவ்	1967		1,359
டாக்டா குல்	மு		1,200
நிஷ்னே - கம்ஸ்காயா	மு		1,090
ஜெயா	மு		1,020
வாட்கின்ஸ்க்	1961		1,000
சிர்கீ	மு		1,000
மற்ற நாடுகள் :			
குரி (வெனுசுவெலா)	1967	524	6,500
கப்பாரா பாசா (மொசாம்பிக்)	மு		4,000
இல்ஹா சால்டீரா (பிரேசில்)	மு		3,200
மரிம்பாண்டோ (பிரேசில்)	மு		1,400
ஃபர்னாஸ் (பிரேசில்)	1963		1,200
ஜூபியா (பிரேசில்)	1961		1,400
அயர்ன் கேட் (ருமேனியா யுக் கோஸ்லாவியா)	மு		2,160

நாடு மற்றும் அணை அல்லது மின் நிலையத்தின் பெயர்	அர்ப்பணிக்கப்பட்ட ஆண்டு	தற்போதைய ஆக்க அளவு (மெகாவாட்டில்)	இறுதியான ஆக்க அளவு
சாட்எல் - ஆலி - ஹை ஆஸ்வன் அணை (எகிப்து)	1967	1,750	2,100
டார்பெல்லா (பாகிஸ்தான்)	மு		2,100
மங்களா (பாகிஸ்தான்)	மு	300	1,000
கரிபா (ரொடீஷியா - சாம்பியா	1959	600	1,500
லியூகியஷியா (சீனா)	1963		1,500
சான்மென்ஷியா (சீனா)	மு		1,100
டுமுட் - 3 ஆஸ்திரேலியா)	மு		1,500
டால்யிங்கோ (ஆஸ்திரேலியா	மு		1,500
கேபன் (துருக்கி)	மு	620	1,240
எல்சோகன் (அர்ஜன்டீனா)	மு		1,200
பாக்ரா (இந்தியா)	மு	450	1,050
கனிஜி (ஜுரியா)	மு		1,000
சிவார் (கொலம்பியா)	மு	500	1,000

வில் 45% பசுபிக் பகுதியில் அமைந்துள்ளபோதிலும் நாட்டின் கிழக்குப் பகுதியில் மற்ற முக்கிய நீர்த்தேக்கங்களும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு, அலெக்னி ஆற்றின் நீர்ப் போக்கு (water shed). இந்த முக்கியமான ஆறானது நியூயார்க்கின் தென் மேற்குப் பகுதியிலும் பென்சில்வேனியாவின் வடமேற்குப் பகுதியிலும் சென்ற பின்னர், மானான்கஹேலா ஆற்றுடன் (monongahela river) சேர்ந்த பின்னர் ஓஹியோ ஆறு என்று பெயர் பெறுகின்றது. அலெக்னி ஆறு சென்ற பகுதி ஈரி ஏரியின் கிழக்கு முனையில் பனியடர்ந்த பகுதியில் அமைகின்றது. இந்த நீர்ப் போக்கில்தான், பனி உருகிய நீருடன் ஆரம்ப இளவேனிற்கால மழையுடன் உயர் நீர் எழுச்சிகள் உண்டாகி, பிட்ஸ்பர்க், வீலிங், சின்சினாட்டி போன்ற நகரங்கள் வெள்ளத்தால் பல முறை பாதிக்கப்பட்டுள்ளன. அலெக்னிநீர்ப்போக்கு ஏற்கெனவே அணைகளால் பாதுகாப்புடையதாகச் செய்யப்பட்டுள்ளது. இந்நீர்ப் போக்கின் ஒரு பகுதியான கிளேரியன் ஆறு என்ற ஒரு கிளையாற்றில் பெரும் அளவில் நீர்மின் ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படாமல் உள்ளது.

மேலும் சஸ்கியு ஹேனா (Sasque Hanna) ஆற்றின் மேற்புற எல்லைகளில் அணைகள் கட்டப்படாமல் உள்ளன ஹாரிஸ் பர்க் வில்கிஸ்-பார் என்ற இடங்களிலிருந்து ஆற்றின் மேற்புறத்தில் வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டுத் திட்டங்களை நடைமுறைப்படுத்தியிருந்தால் கிழக்குக் கரையோரப் புயற்காற்றுகளின் பின் விளைவாகத் தோன்றும் பேரபாயம் மிக்க வெள்ளங்களைத் தவிர்த்து இருக்கலாம்.

நீர் மின் திட்டங்களை விரித்துரைக்கும்போது, இந்நீர் மின் நிலையங்களிலிருந்து நீர் வழங்கும் நிலையையும் ஆராய வேண்டும். தெற்குக் கரோலினாவைப் போன்றே நீரின் பயன்பாடு மற்ற நகரங்களிலும் நாளுக்குநாள் அதிகமாகி வருவது நன்கு நிலை நிறுத்தப்பட்ட ஒன்றாகும். உள்ளூரில் வழங்கும் நீர் போதிய தேவையை நிறைவு செய்யாத போது நீரினை வேறு இடத்திலிருந்து கொண்டு வர வேண்டியது அவசியமாகின்றது. வடக்கிலிருந்து தெற்குக் கரோலினாவிற்கு நீர்வழங்குவதற்காக மேற்கொண்ட திட்டத்தினைப் போன்ற திட்டங்கள் நாட்டின் மற்ற பகுதிகளிலும் மேற்கொள்ள வேண்டியதாகின்றது. மலைத் தொடர்களின் வழியாகப் பெரிய சுரங்க

அட்டவணை 3. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் நீர்மின் திறன் வெளியீடு (1972)

பகுதியும் மாநிலமும்	நீர்மின்திறன் வெளியீடு (மெகாவாட்)	அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் பகுதிகளுக்கானவிழுக்காடு மொத்தம்
நியூ இங்கிலாந்து	1.480	2.6
மெய்னே (Maine)	0.342	
நியூஹேம்ப்ஷையர்	0.381	
வர்மான்ட்	0.186	
மெசாசு செட்ஸ்	0.435	
ரோட் தீவு	0.002	
கானக்டிகட்	0.134	
மத்திய அட்லாண்டிக்	5.967	10.5
நியூயார்க்	3.974	
நியூஜெர்சி	0.341	
பென்சில்வேனியா	1.652	
கீழ்வட மையப்பகுதி	0.840	1.5
ஒஹியோ	0.002	
இண்டியானா	0.093	
இலினாய்ஸ்	0.032	
மிச்சிகன்	0.344	
விஸ்கான்சின்	0.369	
மேல் வடமையப்பகுதி	3.089	5.5
மின்னசோட்டா	0.136	
ஐயோவா	0.132	
மிசௌரி	0.800	
வட டக்கோட்டா	0.400	
தென் டக்கோட்டா	1.384	
நெப்ராஸ்கா	0.236	
கான்சாஸ்	0.001	
தென் அட்லாண்டிக்	5.505	9.7
டிலாவேர்	0.000	
மேரிலாந்து	0.494	
கொலம்பியா மாவட்டம்	0.003	
வர்ஜீனியா	0.842	
மேற்கு வர்ஜீயா	0.101	
வட கரோலினா	1.834	
தென் கரோலினா	1.145	
ஜார்ஜியா	1.056	
பிளாரிடா	0.030	
கீழ் தென்மையப் பகுதி	5.259	9.3
கெண்டகி	0.686	
டென்னசி	2.065	
அலபாமா	2.508	
மிசிசிபி	0.000	
மேல் தென்மையப் பகுதி	2 280	4.0
அர்கான்சாஸ்	0.998	
லூசியானா	0.000	
ஓக்லஹாமா	7.560	
டெக்சாஸ்	0.517	
மலைத் தொடர்	601	11.7
மான்ட்டானா	1.512	
இடாஹோ	0.255	
வையோமிங்	0.222	
கொலராடோ	0.743	
நியூமெக்சிகோ	0.024	
அரிசோனா	1.961	
உட்டா	0.024	
நெவாடா	0.682	
பசுபிக்	1.5466	45.0
வாஷிங்டன்	71.842	
ஓரிகான்	5.638	
கலிபோர்னியா	7.986	
அலாஸ்காவும் ஹவாயும்	0.079	1.0
அலாஸ்க்கா	0.076	
ஹவாய்	0.003	
மொத்தம் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்	56.566	
புள்ளி விவரக் குறிப்புகள் நிறுவப்பட்டுள்ள ஆக்க அளவிற்கானதாகும்.		

ஆட்டவணை 4. நீர்மின் நிலைய அமைப்புகளின் ஒப்பீடத்தக்க நன்மைகளும் கட்டுப்பாடுகளும்

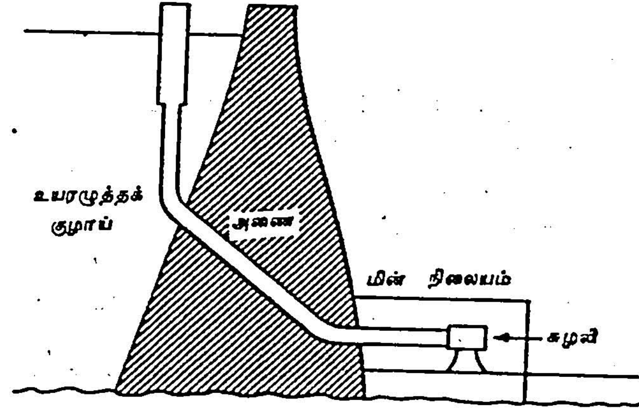
நன்மைகள்
மழையற்ற காலத்தைத் தவிர்த்து ஏனைய காலங்களில் தொடர்ந்து குறைந்த செலவில் மின் ஆக்கம். குறைந்த பராமரிப்புச் செலவுகள்
மீண்டும் புதிய உருவாக்கம் செய்ய முடியாத புதை படிவு எரிபொருள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. காற்று மாசுறுவதில்லை
பெரும்பான்மையாகத் தேக்கங்கள் இன்பப் பொழுது போக்கிற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் இச்சூழ்நிலை எல்லாத் தேக்கங்களுக்கும் பொருந்துவதில்லை.
கீழ்நோக்கிய ஆற்றுப் பாய்வுப் பகுதிகளுக்குப் பெருமளவில் வெள்ளப் பாதுகாப்பினைத் தேக்கங்களால் வழங்க இயலும். ஆனால் முழுமையான, வெள்ளப் பாதுகாப்பினை வழங்க இயலுவதில்லை.
தேக்கங்கள் மிக்க அளவிலான நீரினை நீண்டகாலங்களுக்குத் தேக்கி வைக்கக் கூடியவை, ஆனால் கால வரையின்றித்தேக்கஇயலுவதில்லை.
ஆற்றின் கீழ்நோக்கிய பாய்வினைத் தக்கவாறு பயன்படுத்தி நீர்-பண்புக் கட்டுப்பாட்டிற்கு வகை செய்ய இயலும். மேலும் குளிர்கால, கோடைக்கால ஆற்று நிலைகளின் பெரும எல்லைகளை ஆற்றின் கீழ் நோக்கிய பாய்வினைத் தக்கவாறு பயன்படுத்திச் சமன் செய்யலாம்.
தேக்கத்திலிருந்து மீண்டும் நீரினை வெளியேற்றுவதன் வழியாக நிலத்தடி நீர்த் தேக்க அளவினை உயர்த்த இயலும்.
கட்டுப்பாடுகள்
கட்டுமானத்தின் முதலீட்டுச் செலவு அதிகமானது.
கோடைக் காலங்களில் மின் ஆக்கத்திற்காக நீரைப் பயன்படுத்திய பின்பு அந்நீர் கீழ்நோக்கிப் பாயும் போது அணையின் நீர்மட்ட அளவு குறைகின்றது.
இதனால் இன்பப் பொழுது போக்கிற்கான வசதிகள் பெரும் அளவில் பாதிக்கப்படுகின்றன.
வெறுமையான தேக்கம் வெள்ளப்பாதுகாப்பினை நன்கு வழங்குகின்றது. ஆனால் நீர் நிறைந்த தேக்கம் மின் ஆக்கத்தை நன்கு வழங்குகின்றது. முழுதும் நிரம்பிய தேக்கம், பெரும் அளவிலான வெள்ளத்தைத் தக்கவைக்காது. வெறுமையான தேக்கத்திலிருந்து மின் ஆக்கம் பெற இயலாது. இவ்விரண்டிற்குமான உடன்பாடாக, தேக்கத்தில் தொடர்ந்து மின் ஆக்கத்திற்காகத் தேவையான அளவு நீரினைத் தேக்கிவைப்பதும், ஆனால் அத்தேக்கத்தில் ஒரு பகுதி அளவை நிரப்பாமல் விட்டுவைப்பதும் திடீரென்று கடும் மழையின் காரணமாகப் பொங்கியெழும் வெள்ளத்தைக் கொள்ளத்தக்கதாய் அமைக்கப்படுவதும் கூடும்.
வேளாண்மைக்கு ஏற்ற நிலம் இழக்கப்படுகின்றது.
வறட்சியான காலங்களில் மின் ஆக்கம் குறைக்கப்படுகின்றது. அல்லது மின் ஆக்கம் இருப்பதில்லை.
தொடக்க ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு வெள்ளப்பெருக்குக்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றது.
தேக்கப் பரப்பிலிருந்து, ஆவியாக்கத்தின் வழியாக ஓரளவு நீர் இழக்கப்படுகின்றது.
ஓரிகான், வாஷிங்டன் போன்ற கடற்கரைப் பகுதிகளில் அணைகள் கட்டுமானத்தினால், முட்டையிடுவதற்காக ஆற்றோட்டத்தை எதிர்த்துச் செல்லும் பசுபிக் சாலமன் போன்ற மீன்கள் ஆற்றை நோக்கிச் செல்ல இயலுவதில்லை. எனவே அம்மீன்கள் ஆற்றை நோக்கிச் செல்லுவதற்கு ஏற்றவாறு அணையின் மீது ஏணிபோன்றதொரு அமைப்பினை வழங்குவது தேவையாகின்றது.

அமைப்புக்களை வெட்டியெடுத்து ஆற்று நீர்ப்பாய் வினைத் திசை திருப்பிச் சில நேரங்களில் ஆற்றுப்பாய் விற்கு எதிரான திசையிலும் திருப்பி விடப்படு கின்றது.

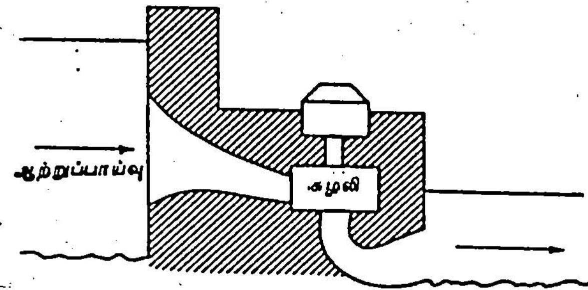
எடுத்துக்காட்டாக, பிரிட்டன் கொலம்பியாவில், ஆரம்பத்தில் கிழக்கே பாய்ந்து கரை ஓர எல்லையின் உயர்ந்த பனி படர்ந்த வயல்களில் வடிந்த நெச்சா கோ ஆற்றில் (nechako river) அணை கட்டப் பட்டுள்ளது. இப்போது இந்த ஆற்றின் நீர் மேற்கே ஒரு சுரங்க வழியாகப் பாய்ந்து பின்னர் பலநூறு மீட்டர் வரை கீழிறங்கி ஆயிரக் கணக்கான கிலோ வாட்டுகள் மின்சாரத்தை ஆக்கம் செய்த பின்னர் பசு பிக் கடலைச் சென்றடைகின்றது. நீர்மின் திறன் ஆக் கத்திற்குப் பின்னர் வடிந்த நீரினை மீண்டும் திருப்பிப் பயன்படுத்துவது வெற்றிகரமாக அமெரிக்க நாட்டில் மட்டுமன்றிப் பிற நாடுகளில் செயல்படுத்தப்பட்டுள் ளது. நீர் மின் திறன் ஆக்கத்திற்குப் பின்னர் வடிந்த நீரினை மீண்டும் திருப்பிப் பயன்படுத்துவதற்கேற்ற நிலைய இடங்களாக, நியூயார்க்கின் மேற்குப்பகுதி, பென்சில்வேனியாவின் பேன் ஹாண்டில் பகுதி ஓஹியோவின் வடகிழக்குப் பகுதி ஆகிய இடங் களைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். ஒன்றோடொன்று பின்னி இணைக்கப்பட்ட தேக்கங்களின் வழியாக, வழக்க மாக அலெக்னி,ஓஹியே ஆறுகளுக்குப் பாயும் நீரினை வேறு வழியாகத் திருப்பி வடமேற்குத் திசையில் ஈரி ஏரிக்குக் கொண்டு சென்று 250 மீ அளவுள்ள நீரியல் உயரத்தை (hydraulic head) உண்டாக்க இயலும். அத்தகைய திட்டத்தினால் மிகவும் தேவை யான நீர்த் தேக்க அமைப்புகள் உண்டாக்குவதோடு கூடுதலான வெள்ளக்கட்டுப்பாட்டினையும் அலெக்னி ஓஹியோ ஆறுகளில் அடைய இயலும்.

நீர்மின் நிலையங்களை வகைப்படுத்துதல். நீர்மின் நிலையங்களைக் கீழ்க்காணுமாறு வகைப்படுத் தலாம்.

1. நீரினைத் தடுத்து நிறுத்தப்பட்டபருமன் அளவின் இடைவெளியைப் பொறுத்து.
   (அ) தேக்க நிலையங்கள் (storage plants)
   (ஆ) ஓடும் ஆற்றில் அமைக்கப்படும் நிலையங் கள் (run of river plants)
2. மொத்தத் திறன் அமைப்பில் (total power system) நீர்மின் பங்கினைப் பயன்படுத்துவதற்கான நிலை.
   (அ) உச்சச் சுமை நிலையம் (peak load plant)
   (ஆ) அடிப்படைச் சுமை நிலையம் (base load plant)
   (இ) தனித்த நிலையம் (isolated plant)
3. நீர்மட்ட உயரத்தைப் (head) பொறுத்து
   (அ) உயர் நீர்மட்ட உயர உருவாக்கம் (படம் 2)



படம் 2. நீர்மட்ட உயரத்தினைக் கொண்ட ஆற்று நிலையம். (ஹூவர் நயாகரா இடங்களில் நிறுவப்பட் டுள்ளதைப் போன்றது)

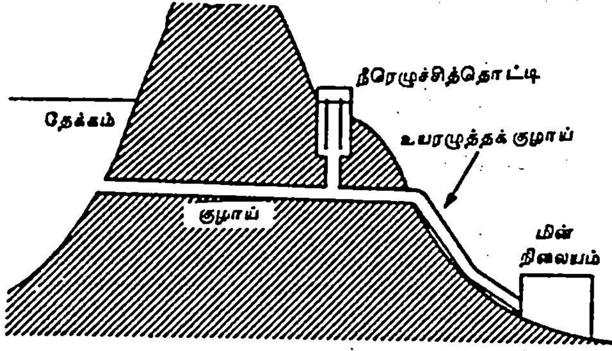


படம் 3. குறைந்த நீர் மட்ட உயரத்தினைக் கொண்ட ஆற்று நிலையம், (பான்வில்லி புனித லாரன்சு திட்டங் களைப் போன்ற வகையானது)

   (ஆ) இடைநிலை நீர்மட்ட உயர உருவாக்கம்
   (இ) தாழ் நீர் மட்ட உயர உருவாக்கம் (படம் 3)

மேலும் காண்க, படம் 4.

உயர் நீர் மட்ட உயரத்தினைக் கொண்ட ஒரு நிலையத்திலிருந்து, ஒரு தாழ் நீர்மட்ட உயரத் தினைக் கொண்ட நிலையம் எல்லா இன்றியமையாத கூறுகளிலும், வேறுபட்ட தனித்தன்மையான வடிவ மைப்பைக் கொண்டது. இடைநிலை நீர்மட்ட உயரத்தினைக் கொண்ட ஒரு நிலையம் இயங்கும் போது அதன் நீர்மட்ட உயரமானது உயர்ந்த அல் லது தாழ்ந்த நீர்மட்ட உயர எல்லையை நெருங்கும் போது உயர்ந்த அல்லது தாழ்ந்த நீர்மட்ட உயர நிலையத்தின் பண்புகளைக் கொண்டதாய் அமையும். உயர்ந்த, இடைநிலை மற்றும் தாழ்ந்த நீர்மட்ட



படம் 4. மலைத் தேக்க நிலையம் (அப்பலேசியன் திட்டத்தைப் போன்றது)

உயரங்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வரையறுக்கப்பட்ட எல்லை ஏதுமில்லை. எவ்வாறிருப்பினும்175 மீட்டருக் கும் மேற்பட்ட நீர்மட்ட உயரம் உயர் நீர்மட்ட உய ரம், என்றும், 17.5 மீட்டருக்கும் தாழ்ந்த நீர்மட்ட உயரம் தாழ் நீர்மட்ட உயரம் என்றும் கருதப்படும். சுருங்கக் கூறும்போது, தாழ் நீர்மட்ட உயரத் தினையுடைய நிலையம் செங்குத்தான, எதிர் வினை வகையான (reaction type) சுற்றகங்களைக் (runners) கொண்டதாய் மிகுந்த அளவு நீரைப் பயன்படுத்துவதாய் மிகுந்த அளவில் நீர் செல்லத் தக்கதாய் அமைக்கப்படுகின்றது. துணைக் கட்ட மைப்பு, பரந்த அளவினைக் கொண்டதாயும், மிக்க செலவினையுடையதாயும் நீரை உட்கொள்ளுவதற் கான கட்டமைப்பு வேலைகள், பெரிய அளவுள்ள வையாயும், சிக்கல் வாய்ந்ததாயும் அமைகின்றது. குறைந்த சுழல் வேகங்களுக்குப் (rotational speeds) பொருத்தமாகப் பெரியவிட்ட அளவினைக் கொண்ட மின் ஆக்கிகள் (generators) தேவையாயின. உயர் நீர் மட்ட உயரத்தினைக் கொண்ட நிலையத்தின் பண்புகளாவன, கிடைநிலையான தூண்டுவகைச் சுழலிகளும் (horizontal impulse turbines) உயர் அழுத்தங்களில் குறைந்த அளவிலான நீரும், நிலைய இடம் அணையிலிருந்து சிறிது தூரத்திலும் கொண்ட தாய் அமையும். சிறிய மற்றும் எளிய துணைக்கட்ட மைப்பின் (sub structure) நன்மை யாதெனில் அது அணைக்கும், நிலையத்திற்கும் இடையில் நீண்ட உயிரழுத்த நீர்க் குழாய் (penstock) அமைப்பினால் எதிரீடு செய்யப்படுகின்றது. சுழலிகள் உயர் வேக முடையவையாயும் மேலும், சிறிய விட்ட அளவினை யுடைய மின் ஆக்கிகளை ஏற்றுக் கொள்ளத் தக்கவை யாயும் அமைகின்றன. பயன்படுத்தும் உயர் நீர்மட்ட உயரங்களினால், உயர் வேகம் தீர்மானிக்கப்படு கின்றது. இயல்பாகவே தூண்டுவிசைச் சுழலியானது (impulse turbine) குறைந்த வேகத்தினையுடைய பண்பினைக் கொண்டதாய் அமைகின்றது.

ஆற்றுப் பாய்வில் இருவகையான இயலத்தக்க நீர்மின் ஆக்க இடங்களை உருவாக்கலாம். அவை யாவன ஆற்றோட்டத்திற்கு ஏற்ற நிலைய(run off river plants) இடங்களும் தேக்க நிலையங் களுக்கு நீரைத் தடுத்து நிறுத்தி இயற்கையான நீர் நிலையை வழங்கும் இடங்களும் ஆகும். பொதுவாக ஆற்றோட்டத்திற்கு ஏற்ற நிலையமானது அதே கொள்ளளவினைக் கொண்ட தேக்க நிலையத்தைக் (storage plant) காட்டிலும் கட்டுமானச் செலவு குறைந்ததாய் அமைகின்றது. ஆனால் ஆற்றோட்ட நிலையம் ஆற்றுப் பாய்வு வேறுபாடுகளுக்குச் சற் றேறக் குறையப் பொருந்துவதாக, அதன் மின்திறன் ஆக்க அளவும் பருவ கால வேறுபாடு விளைவுகட்கு உட்படுத்தப்படுகின்றது.

தேக்க நிலையங்கள் பெரிய அளவில் நிலையான திறனை ஒவ்வொரு நாளும் வழக்கமான திட்ட அடிப்படையில் வழங்குவதற்கு ஏற்றவாய் உள்ளன. ஆற்றுப் பாய்வின் கட்டுப்பாட்டுத் தரத்திற்கு இந்த நிலையான திறன் வழங்கீடு சற்றேறக் குறைய நேரடித் தொடர்புடையதாய் உள்ளது. மேலும் இவ் வாற்றுப் பாய்வின் கட்டுப்பாட்டுத் தரமும் தடுத்து நிறுத்தப்பட்ட பருமன் அளவிலான நீரைச் சார்ந் துள்ளது. ஆற்றுப்பாய்வின் முழுக்கட்டுப்பாடு செயல் முறையில் இயலத்தக்கதாக அமைவதில்லை. 80-முதல் 90% அளவிலான ஆற்றுப் பாய்வுக் கட்டுப்பாட்டை அடிக்கடி அடைய முடிகின்றது.

எந்த ஒரு தேக்க நிலையத்திலும் உருவாக்கப் பட்ட நிலையான சக்திக்கும் அப்பாற்பட்டுக் கிடைக் கும் திறன் அல்லது கருத்தியலான திறன்கண நேரத் திறன் (flash power) அல்லது வெள்ளப் பெருமத்திறன் (flood peak power) என்று வழங்கப்படுகின்றது.

கணநேரத் திறன் வழங்கீட்டைக் காட்டிலும் நிலையான திறன் வழங்கீட்டிற்கான கட்டணம் வணிக அளவில் மிகவும் உயர்வீத அளவினைக் கொண்டதாகும்.

நீர் மின் நிலையங்களை, நீராவி ஆக்கி நிலை யங்களுடன் ஒருங்கிணைக்கும் போது, உச்சச் சுமை நிலைகளைக் (peak load conditions) கருத்தில் கொண்டு நீர் மின்நிலையங்கள் உச்சத்திறன் ஆக்கத் திற்காக (peak power outputs) அடிக்கடி பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்பினால் துணையான கூடுதல் நீராவி ஆக்கச் சாதனத்தின் பயன்பாட்டுத் தேவைக்காகும் செலவினைத் தவிர்த் திடலாம். அத்தகைய பயன்பாடு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள நிலையான திறனை வழங்கவும் அனு மதிக்கின்றது.

தேக்க நிலையங்களிலிருந்து ஆற்றின் மேற்புற மாக எல்லா ஆற்றோட்டத்திற்கும் ஏற்ற நிலையங் களையும் அமைக்கும்போது, அவைகளை அடிப் படைச் சுமைத் திட்டத்தில் தொடர்ந்து இயக்கலாம். ஏனெனில் அந்நிலையங்களை இயக்காவிடில், அவற் றின் சிறிய தேக்கங்களில் உள்ள நீரானது உச்சக் கதவுகள் (crest gates) மீது வழிந்து வீணாகப் போய் விடும். ஆனால் இவ்வாற்றோட்டத்திற்கேற்ற நிலையங்களைத் தேக்க நிலையங்களுக்கிடையில் அமைக்கும்போது, தேக்க நிலையங்களில் வெளி யேற்றப்படும் நீரே இவ்வாற்றோட்டத்திற்கேற்ற நிலையங்களிலும் பெறப்படும். இவ்வாறாகவே தேக்க நிலையத்திலிருந்து ஆற்றின் கீழ்ப்புறமாக, ஆற் றோட்டத்திற்கேற்ற நிலையத்தை அமைக்கும்போதும் தேக்க நிலையம் தன் ஆக்க அளவை அதிகப்படுத் தும் போதும், ஆற்றோட்டத்திற்கேற்ற நிலையமும் கூடுதல் அளவிலான ஆக்கத்தைச் செய்யும்.

நீர்மின் நிலையத்தில், சுழலிகளும், மின்ஆக்கி களும் முதன்மையான சாதனங்களாக அமைகின்றன. வழக்கமாகக் கட்டப்படும் நீர்மின் நிலையத்தின் கட்டுமான அமைப்பில் முதன்மை அணிகள் அமைப்பதற்கான ஒரு பெரிய கட்டிடமும், மின் அமைப்பிற்காக ஒரு பகுதியும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மாடிகளும் இருக்க வேண்டும். அவற்றில் மின் கட்டுப்பாட்டுச் சாதனங்கள், அலுவலகங்கள், சேமிப்பு அறைகள், துணைச் சாதனங்கள் ஆகியவை அமைக்கப்படும்.

வழக்கமான விதிமுறைகளுக்கு விதிவிலக்காக நீர்மின் திறன் உருவாக்கத்திற்கான இடங்கள் அமை கின்றன. நீர்த் தேக்கமும் மிகவும் திறமையான முறை யில் நீர்ப்பயன்பாடும் இயக்கத்தில் முக்கிய கூறாக அமையாதபோது, நீர்மின்திறனுக்கான உருவாக்கம் அரிதாக அமைகின்றது. இத்தகைய இயல்புகளை நாம் கவனத்தில் கொள்ளாது செயற்படும்போது, நிகர இயக்க இலாபம் பெறமுடியாமற் போய்விடும். நிலைய இயக்கத்தைப் பாதிக்கும் எல்லா இயற்கைக் கூறுகளையும் தொடர்ந்து நன்கு ஆராய்ந்தறிவது நிலையத்தை இயக்குபவர்களின் கடமையாகும்.

அதிர்ச்சி இழப்புகள் (shock losses) காரணமாக, வடிவமைக்கப்பட்ட மதிப்பிற்கு அதிகமாகவோ குறைவாகவோ உள்ள நீர்மட்ட உயரங்களில், நீரியற் சுழலியின் (hydraulic turbine) திறமை (efficiency) குறைகின்றது. சரியான நீர்மட்ட உயரத்தில், முழுச் சுமையில் 80% முதல் 95% வரை திறமை கிடைக் கின்றது.

ஒரு நிலையத்தில் பல அணிகளை நிறுவும் போதும், நீராவித் தேக்கமும் கிடைக்கும்போதும், சிறந்த திறமையைக் கொண்ட புள்ளியின் அரு கில் தொகுதிகளை இயக்குவது பொதுவாக இயலத் தக்கதாகும். ஒரு நிலையத்தின் உச்சத் திறன் ஆக்கத் தினைக் குறைக்கும் நான்கு வகையான குறைபாடு கள் இயக்கத்திலும் பராமரிப்பிலும் தோன்று கின்றன. அவையாவன, வழிந்தோடும் வழிகளின் (spill ways) மீது வீணாகும் நீர் நிலையத் தொகுதி களினிடையே சுமையினைத் தவறாகப் பகிர்தல், கட்டுப் பாட்டிதழ்கள், கதவுகள், அணை அல்லது பாய்வு வழியாக நீர் ஒழுகுதல் நகரும் பகுதிகளில் தேய்வு, அதிலும் குறிப்பாகச் சுழற் பகுதிகளில் அரித்தல் தோன்றுதல் என்பனவாகும்.

நீர்மின் சாதனத்தின் எளிமை சுழலியின் நீரியல் திறமையை (hydraulic efficiency) மேம்படுத்துவதாய் அமைகின்றது.

நீரியற் சுழலிகள். 19 ஆம் நூற்றாண்டுத்தொடங் கும் முன்னரே நீர்ச் சக்கரத்துடன் சுழலியினுடைய அடிப்படைக் கூறுகள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டன. அந்தக் காலம் முதற்கொண்டுதான் சுழலியினுடைய முதன்மையான உருவாக்கம் தொடங்கலாயிற்று. ஃபோரன்யான் (Fourenyon) என்பவர் வெளிப்புறப் பாய்வுச் சுழலியினை (outward flow turbine) உருவாக் கினார். அதன் பின்னர் ஜான்வால், பாய்டன், ஸ்வெய்ன், பிரான்சிஸ் என்பவர்கள் விரைவிலேயே எதிர்வினைச் சுழலியினை (reaction turbine) முன் னேற்றமடைந்த நிலைக்கு உருவாக்கினார்கள். 1875 ஆம் ஆண்டில், பிரான்சிஸ் என்பவரால் உருவாக்கப் பட்டு அவர் பெயரையே கொண்ட உட்புறப் பாய் வினைக் கொண்ட சுழலி (inward flow turbine) நன்கு உருவாக்கப்பட்டதாகும். பிரான்சிஸ் சுழலி 1900 ஆம் ஆண்டுவரையில் முதன்மை நிலையில் இருந்தது. அதன் பின்னர்த் தாக்குவிசை அல்லது பெல்டன் வகைச் சக்கரம் (wheel) உயர் நீர் மட்ட உயர இடத்தேவைகளில் ஆதிக்கம் செய்யத் தொடங்கியது.

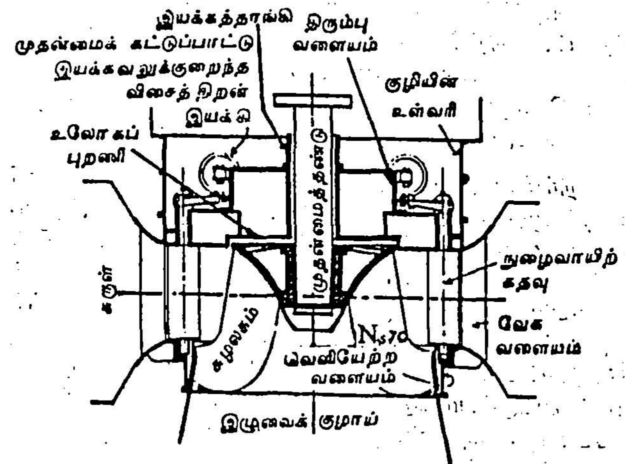
இயல்பான குறைந்த வேகத்தினைக் கொண்ட பிரான்சிஸ் வகைச் சுழலகம் குறைந்த உயரங்களில் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாய் அமையவில்லை. இக் குறையினை நீக்கச் செலுத்தும் வகையைச் சார்ந்த சுழலகம் (propeller-type runner) வடிவமைக்கப்பட் டது. 1910 முதல் 1920 வரையிலான ஆண்டுகளில் இந்த வகைச் சக்கரத்தைக் கொண்டு முன்னேற்றங்கள் செய்யப்பட்டன. 1920 ஆம் ஆண்டில், நாக்ளர் சுழல கம் (Nagler runner) என்றழைக்கப்படும் செலுத்து வகை சார்ந்த சுழலகம் (propeller type runner) நீர் மின் துறையில் உருவாக்கப்பட்டதுபின்னர் எவ்வித திறமை இழப்புமின்றி (loss of efficiency) நீர் உள் நுழைவிற்காகத் தேக்கத்தின் அருகே அமைந்த ஆழ்ந்த அணைமுக நீர்மட்ட உயர அளவில் (forebay level) மாறுதல்களை ஏற்கத்தக்கவாறு சுழலக அலகு கள் (blades) சரிசெய்யப்பட்டு வேறுபட்ட கோணங் களில் அமைக்கப்படுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டன. முற்செலுத்துவகைசார்ந்த சுழலகத்தின் (propeller type turbine) வெற்றிகரமான இயக்கத்தினால்

கெப்ளான் சுழலியினை (kaplan turbine) அமெரிக்க நாட்டவர் தேர்ந்தெடுத்தனர். இக் கெப்ளான் சுழலிக் கதவிற்கான அதே கட்டுப்பாடுகளைக் கொண்டதாகத் தானியங்கி முறையில் அதன் அலகுகள் சரிசெய்யப்பட்டன.

தூண்டு விசைச் சுழலியிலும், எதிர் வினைச் சுழலியிலும் தாக்குவிசைச் சுழலியினுடைய செயற்பாட்டினை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம். தாக்கு விசைச் சுழலியில், அழுத்த மட்டு (pressure head) மூக்குக்குழலில் (nozzle) வேக மட்டாக (velocity head) மாற்றமடைவதை எளிமையாக அறியலாம். அதே போன்று நீர்ப்பாய்வினால் (stream of water) சுழலியின் வாளிகளுக்குத் தள்ளுதல் அல்லது தாக்கு விசையினை வழங்குவதையும் நம்மால் புரிந்து கொள்ள இயலும். நீர்த் தாரையானது (jet) தொடுவரையாகச் சுழலகத்தின் (rotor) மீது செலுத்தப்படுகின்றது. எனவே இவ்வகையான சுழலி தொடுவரைச்சுழலகம் (tangential turbine) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. செயல் விளைவுடைய h என்ற உயர அளவில் கட்டற்ற மதகு வாயிலுள்ள வேகத்தைக் (spouting velocity) காட்டிலும் நீர்த்தாரையின் (jet of water) வேகமானது சிறிது குறைவானது. ஒரு பிரிக்கும் அமைப்பினால் (splitter) தூண்டு விசை வாளிகள் (impulse buckets) இரு பாதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய அமைப்பினால் அச்சுத் தள்ளுவிசைகள் (axial thrusts) தனித்தன்மை வாய்ந்த தாங்கிகளால் (special bearings) தாங்கப்படுவது தவிர்க்கப்பட்டு சமப்படுத்தப்படுகின்றன.

தூண்டுவிசைச் சுழலிக்கும், எதிர் வினைச் சுழலிக்குமிடையேயமைந்த முக்கிய வேறுபாடு யாதெனில், தூண்டு விசைச் சுழலியில், சக்கரத்தில் பெறப்படும் முழுமையான திறனும் வேக வடிவில் அமைந்துள்ளது. ஆனால் எதிர்வினைச் சுழலியின் சக்கரத்தில் பெறப்படும் முழுமையான திறனும் பகுதி அளவிலே வேக வடிவிலும், அழுத்த வடிவில் பெரும் அளவிலும் காணப்படுகிறது. எதிர்வினைச் சுழலியில் சுழலகம் எஞ்சியுள்ள அழுத்தம் வேகமாக மாற்றமடைவதால், எதிர்வினைச் சுழலகத்துக்கு மிகுந்த அளவில் திருக்கம் (torque) கிடைக்கின்றது. நிலைத்த நிலையில் சுழலி நகரவொட்டாமல் நிறுத்தி வைக்கப்பட்டு, அதன் கதவுகள் திறக்கப்படும் போது, குழாய் மூக்கிலிருந்து (nozzle) நீர் வெளிவரும் வேகத்திலேயே சுழலியிலிருந்தும் நீர் வெளியேறும். இத்தடையினை நீக்கியும் குழாய் மூக்குகள் (nozzles) சுழலத் தொடங்கும்போது இவற்றிலிருந்து வெளியேறும் நீரின் தனி முதல் விரைவு (absolute velocity) குறைவடைவதைக் காண நேரிடும். இந் நிலையில் சுழலகத் (runner) திறனை உட்கவர்கின்றது. நல்லதொரு விரைவில் நீரினுடைய இறுதியான விரைவு, நீரானது சுழலகத்தைச் சுழல வைப்பதற்கேற்றதாய் அமையும். இந்த நேரத்தில், சுழலகத்தின் கதவுகளை அடைப்பதற்குச் சற்று முன்னர் அழுத்த வடிவில் நீரால் பெற்ற திறனின் 90% முதல் 95% வரை திறனைச் சக்கரம் உட்கவர்ந்து கொண்டிருக்கும்.

பிரான்சிஸ் சுழலியில் நீர் உட்புறமாகப் பாய்ந்து பின்னர்க் கீழ்ப்புறமாகப் பாய்ந்து பின்னர் இழுவைக் குழாய்க்குள் (draft tube) செல்கின்றது (காண்க, படம் 5).



படம் 5. பிரான்சிஸ் சுழலியினுடைய உள் உறுப்புப் பகுதிகளைக்காட்டும் குறுக்குவெட்டு

நீரியற் சுழலிகளைக் கீழ்க் கண்டவாறு வகைப் படுத்தலாம்.

1) எதிர்வினைச் சுழலி (சுழலிகளைச் சுழலகத்துக்கு நுழைவதற்கு முன்னர் அழுத்த நிலையிலுள்ள நீர் பகுதியளவிலே வேகமாக மாற்றம் செய்யப் படுகின்றது.)

அ) பிரான்சிஸ் சுழலகம்

ஆ) முற்செலுத்து வகை சார்ந்த சுழலகம் (propeller turbine)

1. நிலைத்த அலகு வகை

2. சரி செய்யக் கூடிய அலகு வகை (எடுத்துக் காட்டாக, கெப்ளான் சுழலி)

3. அச்சியல் பாய்வு வகை (எடுத்துக்காட்டாக, டேரியஸ் சுழலகம்)

4. மூலைவிட்டப் பாய்வு வகை (diagonal flow)

2. தாக்குவிசைச் சுழலி. (எடுத்துக்காட்டாக, பெல்ட்டன் சக்கரம், (pelton wheel). சுழலியின் சுழ

லகத்தை (runner) அடைவதற்கு முன்னர் அழுத்தத்தி லுள்ள நீர் முழுவதுமாக வேகமாக மாற்றப் படுகின்றது.

எப்பொழுதேனும் ஒரு முறை மட்டுமே பெரிய அளவுகளில் பிரான்சிஸ் சுழலி கிடைநிலை அச்சுத் தண்டுடைய எந்திரமாக (horizonal shaft machine) வடிவமைக்கப்படுகின்றது. ஆனால் சிறிய அளவு களில், செங்குத்தான அமைப்பின் காரணமாக, தோண்டுவதற்கான செலவினைத் (expense of excavation) தவிர்க்கும்போது, கிடை நிலை அச்சுத் தண்டுடைய எந்திரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிரான்சிஸ் சுழலியில் தரமானதொரு சுழலகத்தில் (runner) இரு உச்சிகளுக் கிடையில் (crowns) வாளி அல்லது அலகுகள் (buckets or blades) வைக்கப்பட் டுள்ளன. இத்தகைய அமைப்பு செங்குத்தான அமைப் பிற்கு மிகப் பொருத்தமாய் அமைகின்றது. சக்கரத் தின் குறிப்பிட்ட உயர் வேகத்தில், மிகுந்த அளவில் வெளியேற்றங்களைச் செலவிடுவதற்கு ஏற்றவாறு, வாளிகள் கீழ்ப்புறமாக வளைக்கப்பட்டுள்ளன. குறிப் பிட்ட உயர் வேகத்தினைக் கொண்ட சுழற்பகுதி களில், அச்சியல் பாய்வு ஓரளவு காணப்படுகின்றது. வழிப்படுத்தும் அலகுகள் (guide vanes) வழியாகவும் கதவுகள் (gates) வழியாகவும் சுழற்பகுதிக்கு நீர் அனுமதிக்கப்படுகின்றது.

ஒன்று அல்லது இரண்டு தொகுதிகள் நிறுவப் பட்டுள்ள தனித்ததொரு நிலையத்தில், சில நேரங்க ளில், பகுதிச் சுமையில், திறமையை இழப்பது ஒரு கடுமையான குற்றமாகவே கருதப்படுகின்றது. கெப்ளான் சுழலியின் சிறப்பியல்பாவது, வேக ஆளிகை அமைப்பால் (governor machanism) அலகு களின் கோணங்களும், கதவுகளும் ஒரே நேரத்தில் சரிசெய்யப்படுவதனால், சிறு நீர்ச்சுழி அதிர்ச்சி (eddying and shock losses) குறைந்து பாய்வின் முழுப் பயன்பாட்டினையும் பெறுவதற்கு அலகுகள் எப்பொழுதும் நன்கு அமைந்துள்ளன. இதன் விளை வாகப் பகுதிச் சுமையில் (part load) கெப்ளான் சுழலியின் திறமை (efficiency) நன்கு அமைகின்றது.

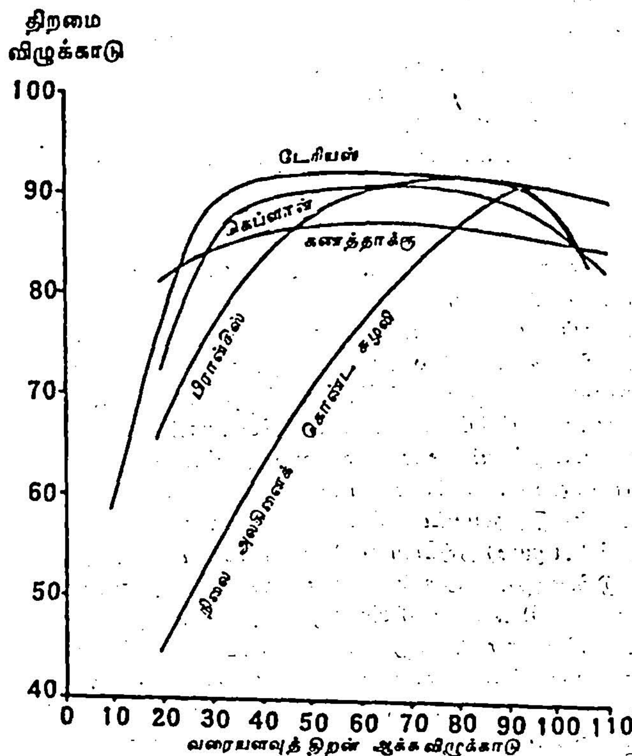
அணைக்கும் நிலையத்திற்கு இடையில் அமைந்த நீண்ட உயர் அழுத்த நீர்க் குழாய் அமைப்பிலிருந்து சரியான அளவுள்ள நீரினைச் சுழலகத்துக்குக்(runner) கொண்டு செல்வதற்கு முதலில் ஒரு சுருள் உறையும் (speed ring) மூன்றாவதாகச் சுழலிக் கதவுகளும் (turbine gates) தேவையாகின்றன.

உயர்நீர்மட்ட, இடைப்பட்ட நீர்மட்ட உரு வாக்க அமைப்புகளில் இச்சுருள் உறையானது வட்ட வடிவில் அமைந்துள்ளது. திட்ட அமைப்பில், இச் சுருள் உறையானது அழுத்தக் குழாயிலிருந்து தொடங் கிச் சென்று சுருள்வட்ட வடிவில் (spiral form) வேக வளையத்தைச் சுற்றி அமைகிறது. எந்த ஒரு புள்ளி யிலும் சீரான வேகத்துடன் நீர் பாய்வதற்கு ஏற்ற வாறு, சுருள் வட்டத்தின் குறுக்கு வெட்டு அமைய வேண்டும். இத்தகையதொரு நிலை, சுழலியின் முழுச் சுற்றளவிலும் ஒரே சீராக நீர் வழங்க வேண்டியுள்ள மையால் சுருள் வட்டவடிவான வடிவமைப்பிற்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

சுழலியின் மேலுறையுடனும் குழியின் உள்வரி உலோகக் காப்புறையுடனும் (turbine cover and pit liner) வெளியேற்றுவளையத்துடனும்(discharge ring) சேருமாறு, சுழலியின் ஒரு பகுதியாக வேக வளையம் (speed ring) அமைகின்றது. சுற்கடரை மின் ஆக்கி (generator) சுழலியின் சுழலகம் ஆகிய உறையின் மேலமைந்த சுமையற்ற நிலையிலுள்ள எடையினைத் தாங்குவதற்கு ஏற்ப மேலும் கீழும் அமைந்த பகுதி களுக்கு இடையிலுள்ளதிண்ணிய கம்பி வரிகள்(ribs) வலிமையுடன் இருக்க வேண்டும். எனவே வேக வளையம் சுழலியின் முதன்மைப் பகுதியாக அமைகின்றது.

நுழை வழிக் கதவு இயக்கம் (inlet gate mechanism) வேக வளையத்திற்கு உட்புறமாக இறுக்க மாகப் பூட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வுள்வழிக் கதவு ஆளிகையால் (governor) இயக்கப்பட்டுக் கதவு களைத் திறந்து மூடும் போது, வேறுபட்ட சுமைகளில் வேகக் கட்டுப்பாட்டினைப் பெறலாம். கதவுகள், வழிப்படுத்தும் அலகுவகையைச்(guide vane type) சார்ந்தவை. பல்வேறுபட்ட வகையிலான கதவுகள் பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும் நுழைவாயிற் கதவு (wicket gate) தற்போது பொதுவாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. அதன் முதன்மையான நன்மையாக அதன் திறமை (efficiency) அமைகின்றது. பகுதி யளவில் கதவினைத் திறக்கும்போது, நீரிலுள்ள விரைவுமட்டு அளவினை (velocity head) அழுத்த மட்டு அளவாக (pressure head) மாற்றுவதே முதன்மையான நோக்கமாக அமைகின்றது. இதனைத் திறம்படச் செய்யும்போது, வழக்கமான முனை நீர்மட்டத்திற்கும் (tail water level) குறைந்த அளவில் சுழலியினை அமைக்க இயலும். சுழலியின் சுற்றகத் (turbine runner) தன் வேகம் (specific speed) அதிகமாக இருக்கும்போது, இழுவைக் குழா யினுள் (draft tube) வெளியேற்றப்படும் நீரின் வேகம் உயர்ந்ததாக அமையும். இழுவைக் குழாய் வடிவமைப்பில் இவ்வேகத்தை மீட்பது மிகவும் முக் கியம். வளிமண்டல அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவான அழுத்தத்தில் உள்ள ஓர் இடத் தில் சுழலியிலிருந்து இழுவைக் குழாய் நீரினைப் பெறுமாறு அமைக்க வேண்டும். மேலும் வேகத் தினைத் திறம்படக் குறைத்து அழுத்த உயர அள வில் மாற்றம் செய்யும்போது நீரானது முனை நீரோட்டத்தில் (tail race) வளிமண்டல அழுத்தத் தில் மெதுவாக வெளியேறும். அதிர்ச்சி இழப்பு

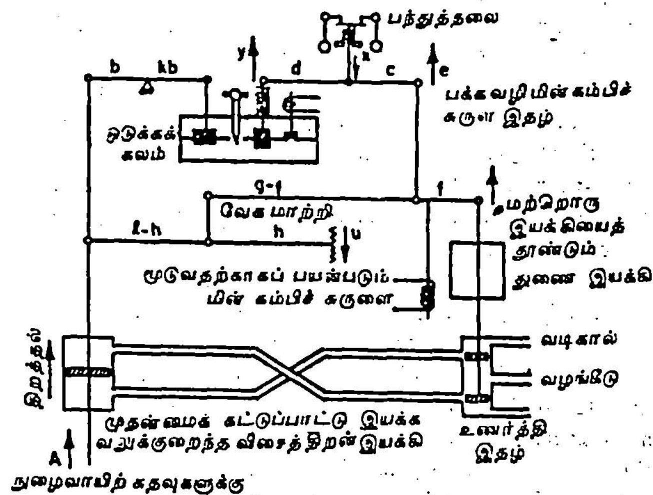
அல்லது சுழற்சி இழப்பு இல்லாமல் (shock or whirl loss) செய்வதையே திறம்பட என்று கூறுகின்றோம். சுழலியின் பின்புற நீர் அடைப்பினைத் தடுப்பதற்கான முனை நீரோட்டத்திற்கு வழக்கமான விரைவில் (tall race velocity) நீர் வழங்க வேண்டுவதால் இழுவைக் குழாயிலுள்ள நீரின் எல்லா விரைவுமட்டு அளவினையும் (velocity head) மீட்க இயலாது. மேலும் இழுவைக் குழாயினுள் தோன்றும் எவ்வகையான உராய்வு இழப்பும், பயன்படுத்தத்தக்க உயர அளவுக் குறைவினை மேம்படுத்துகின்றது.



படம் 6. நீரியற் சுழலியின் திறமையைக் காட்டும் வளைவுகள்

படம் 6 இல் வகை மாதிரியான சுழலி இயங்கு திறன் வளைவுகள் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. படம் 7 இல் வகைமை நீர் வேக ஆளிகை அமைப்பின் (hydro governor system) திட்ட விளக்கப் படம் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

நீர் ஏற்றித் தேக்கும் நிலையங்கள். (pumped storage plants). கடந்த இருபது ஆண்டுகளாக, தனித்தன்மை வாய்ந்த நீர் நிலையங்களைப் பயன்படுத்தி, உயர் மட்டங்களில் உச்சச் சுமையற்ற நேரங்களில் (off peak hours) நீரினை உயரத்திலுள்ள தேக்கத்திற்கும் ஏற்றம் செய்தல் திறன் வடிவில் நீரினைத் தேக்கம் செய்யும் முறையின் மீது மிக்க அளவில் கவனம் செலுத்தப்பட்டது. நீரேற்றம் செய்து தேக்கம் செய்யும் நிலையங்களின் வரலாறு 1920 ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்ட பகுதியிலிருந்து தொடங்குவதாகும். அப்போது



படம் 7 வகைமை நீர்வேக ஆளிகை அமைப்பு

ஐரோப்பாவில் பல நிலையங்கள் முதன் முதலாக நிறுவப்பட்டன. அந்தத் தொடக்க காலங்களில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் கனக்டிக்கட் ஒளி மற்றும் மின் திறன் நிறுவனம் (Connecticut light and power company) இராக்கி ஆற்று நிலையம் (Rocky river plant) ஒன்றினை முதன் முதலாகக் கட்டியது. நிலைய அமைப்பைச் சார்ந்து, நீர் ஏற்றத் தேக்க அமைப்புக்கள் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப் படுகின்றன.

மரபுவழி நீர் மின் நிலையத்துடன் இணைந்த நீர் ஏற்றத் தேக்க அமைப்பு. வழக்கமான நீர் மின் நிலையங்களுக்கு ஏற்ற இடங்களில், இணைந்த நீர் ஏற்றத் தேக்க வகை சார்ந்த அமைப்புக்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. ஆனால் எங்கு மழையளவு குறைந்து நீர் பற்றாக்குறை உள்ளதோ அத்தகைய இடங்களில் நீர் ஏற்றத் தேக்க அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, சுவிட்சர்லாந்தில் குளிர் காலத்தில் நீர் பற்றாக் குறை உள்ளபோது, மின் திறன் தேவை மிக அதிகமாயும் கோடைக்காலத்தில் நீர் மிக்க அளவில் கிடைக்கும் போது மின் திறன் தேவை மிகக்குறைவாகவும் உள்ளன. கோடைகாலத்தில் கிடைக்கும் தேவைக்கு மிகுதியாயமைந்த மின்திறனைப் பயன்படுத்தி நீரினைத் தேக்கம் செய்து குளிர்காலத் தேவைக்காகப் பின்னர் பயன்படுத்தலாம், இத்தகையதொரு நிலை நயாகராவில்

அமைகின்றது. அங்கு இச்சுழற்சிக்கான கால அளவு ஓர் ஆண்டிற்குப் பதிலாக ஒரு நாளாக அமைகின்றது.

நீர் ஏற்றித் தேக்கும் நீர் மின் நிலையம். இந்த வகை நிலையத்தின் நன்மையாதெனில், இந்த நிலையத்தை எந்த இடத்திலும் அமைக்கலாம். இத்தகைய நிலையத்தில் மேலமைந்த தேக்கத்தில் நீரேற்றத்தைத் தவிர்த்து வேறு எந்த ஒரு நீர் மூலமும் தேவையாவதில்லை. சிறிய தேக்கங்களில் உயர் நீர் மட்ட உயரங்களில் பெரிய நிலையங்கள் உருவாக்குவதற்கு ஏற்றவாறு நீர் ஏற்றத் தேக்கம் மட்டும் அமைந்த நீர்மின் நிலையங்கள் பயன்படுகின்றன. இந்த வகையைச் சார்ந்த நிலையங்கள் நீராவி அடிப்படையிலமைந்த அமைப்புகளுடன் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நீராவி அடிப்படையிலமைந்த நிலையங்கள் நீர்மின்திறன் நிலையங்களில் கிடைக்கும் பலவித நன்மைகள் இன்றி அமைந்துள்ளன. நம்பத்தக்க உச்சத் திறனை விரைந்து வழங்குவதால் நீர் ஏற்றத் தேக்கத்தொகுதிகள் வாரச் சுமை வளைவினை (weekly load curve) மென்மையாக்கும் கூடுதல் நன்மையைப் பெற்றுள்ளன. நீர் ஏற்றத் தேக்கத் தொகுதிகள் அடிப்படைச் சுமையில் திறம்பட இயங்கும் நீராவி நிலையங்களைத் தொடர்ந்து இயங்க வகை செய்கின்றன.

மடைத்திருப்பமுள்ள ஏற்றித் தேக்கும் தேக்கம். கிடைக்கும் நீரினை மின் ஆக்கத்திற்கும், நீர்ப்பாசனத்திற்கு மிடையே பகிரும்போது இந்நிலை எழுகின்றது.

வடிவமைப்புகள். மூன்று அடிப்படையான வடிவமைப்புகள், ஒரே தண்டில் (shaft) தனித்தனியான எக்கியும் சுழலியும், திரும்பி இயங்கும் திறன் சுழலிகள் (reversible pump turbines) அச்சுவழிப் பாய்வு அணிகள் (axial-flow units) என்பனவாகும்.

முதலில் கூறப்பட்ட வகையில் 100 இலிருந்து 1000 அடி வரை நீர்மட்ட உயர எல்லையினைக் கொண்ட பிரான்சிஸ் வகையைச் சார்ந்த சுழலிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 3000 அடிவரை நீர்மட்ட உயரங்களுக்கு பெல்ட்டன் சக்கரங்கள்(pelton wheels) பயன்படுத்தப்படுகின்றன, இந்தத் தொகுதிகள் மோட்டார் மின் ஆக்கிக்கும், எக்கிக்கும் இடையில் நீரியலான அல்லது உராய்வு வகை சார்ந்த உரசிணைப்பி (clutch) கிடைநிலை அச்சுத் தண்டின் (horizontal shaft) மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சுழலியானது அச்சுத் தண்டுடன் இறுக்கமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. நீரேற்றத்தின்போது சுழலியில் அமுக்கக் காற்றினைச் செலுத்தி அதிலுள்ள நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது. தொடங்குவதற்கும் நிறுத்துவதற்கும் சில நேரங்களில் அச்சுத்தண்டின் மீது சிறிய கணத்தாக்கச் சுழலிகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

திரும்பி இயங்கும் எக்கி-சுழலிகள் (reversible pump-turbine) ஆர அல்லது கலப்புப் பாய்வு வகையான (radial or mixed flow type) பிரான்சிஸ் அல்லது டேரியஸ் சுழலிகளாக அமைகின்றன. இந்த வகைச் சுழலிகள் பரந்த எல்லையினையுடைய நீர் மட்ட உயரங்களில் இயக்கத் தக்கவாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

20 அடி உயர அளவுள்ள குறைந்த உயரங்களில் இயக்குவதற்கேற்றவாறு அச்சியல் பாய்வுத் தொகுதிகள் (axial flow units) வடிவமைக்கப்படுகின்றன இவ்வணிகள் கெப்ளான் சுழலியினைப் போன்று சரிசெய்யக் கூடிய அலகுகளைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஐரோப்பாவில் குமிழ் வகை (tube type) அணிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் குழாய் வகை (tube type) அணிகள் வடிவமைத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்விரண்டையுமே சுழலிகளாகவோ எக்கிகளாகவோ இருதிசைப் பாய்விலும், அலகுகளின் இடைவெளி தூரத்தைத் திருப்பி இயங்க வைக்கலாம். பிரான்சில் புனித மாலோ (Saint Malo) என்ற இடத்தில் 9 மெகாவாட்டுத் திறன் கொண்ட குமிழ்த் தொகுதி நிறுவப்பட்டுள்ளது. பிரான்சு கடலலைத் திட்டத்தில் புனிதமாலோவிற்கு அருகில் 10 மெகாவாட் குமிழ்த் தொகுதிகள் 24 நிறுவப்பட்டுள்ளன. காண்க, ஆற்றல், கடல் ஓத

ஜெ.சு

நூலோதி

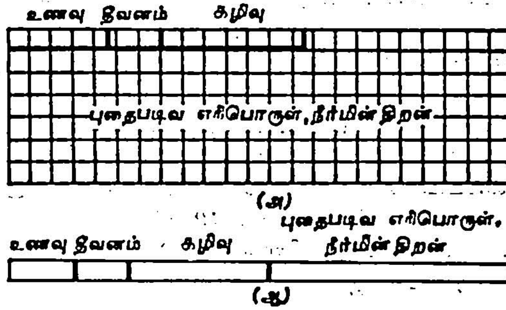
1. Poltier, P. J., Power plant Theory and Design, Ronald Press, New York, 1959.
2. Weedy, B. M., Electric Power Systems, 2nd edition, Wiley, New York, 1972.
3. Rheingans, W. J., Hydroelectric Power Plants, Standard Hand book for Electrical Engineers, 10th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1968.

ஆற்றல் நுகர்வு

ஆற்றலை மக்கள் பரந்த அளவில் தங்கள் சொந்த மற்றும் தொழில்துறை பயன்பாடுகளுக்காகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒளி ஒலித் தகவல் தொடர்பு, சமையல், போக்குவரத்து, குளிர்பதனி, வெந்நீர் ஆக்கம், போன்ற குறிப்பிடத்தக்க தனிமனித, வீட்டுப் பயன்பாடுகளுக்கு ஆற்றல் பயன்படுகிறது. ஆற்றல் வாழ்க்கையின் அடிப்படைத் தேவைகளுக்கு மட்டுமில்லாமல் வசதிகளுக்காகவும் வாழ்க்கையை மேலும் மேலும் எளிதாக்கவும் பயன்படுகிறது. வெப்பம், மின் ஆற்றல் ஆக்கம் இரண்டும் ஆற்றலின் குறிப்பிடத்தக்க தொழில்துறைப் பயன்பாடுகளாகும்.

உணவு, கால்நடைத் தீவனம், கரிம எரிபொருள்களான விறகு, சாணம், வேளாண்கழிவுகள், காற்று ஆற்றல் (wind energy) நீர்மின்திறன் ஆகிய மரபுவழி

ஆற்றல் வளங்களையே தொழிமயமாகாத சமுதாயங்கள் இன்றளவும் பேரளவில் சார்ந்திருக்கின்றன. இவ்வகைச் சமுதாயங்களில் தனிமனித ஆற்றல் நுகர்வு மிகக்குறைவு. அதாவது, வாழ்வதற்குத் தேயையான உணவு ஆற்றலை விடச் சற்றுமட்டுமே அதிகமாக இருக்கும் இதற்கு நேர்மாறாகத் தொழில் வளர்ச்சி பெற்ற சமுதாயங்கள் நிலக்கரி, எண்ணெய் இயற்கைவளிமம் ஆகிய புதைபடிவு எரிபொருள்களையும் மின்சாரத்தையும் பேரளவில் பயன்படுத்துகின்றன. மேலும் அங்கு சராசரியாக ஒருவர் தம் உணவில் அடங்கியுள்ள ஆற்றலை விட ஏறத்தாழ நூறுமடங்கு ஆற்றலைப் பிறபணிகளுக்காகவும் உயர் வாழ்க்கைத்தர நலத்துக்காகவும் நுகர்கிறார்.



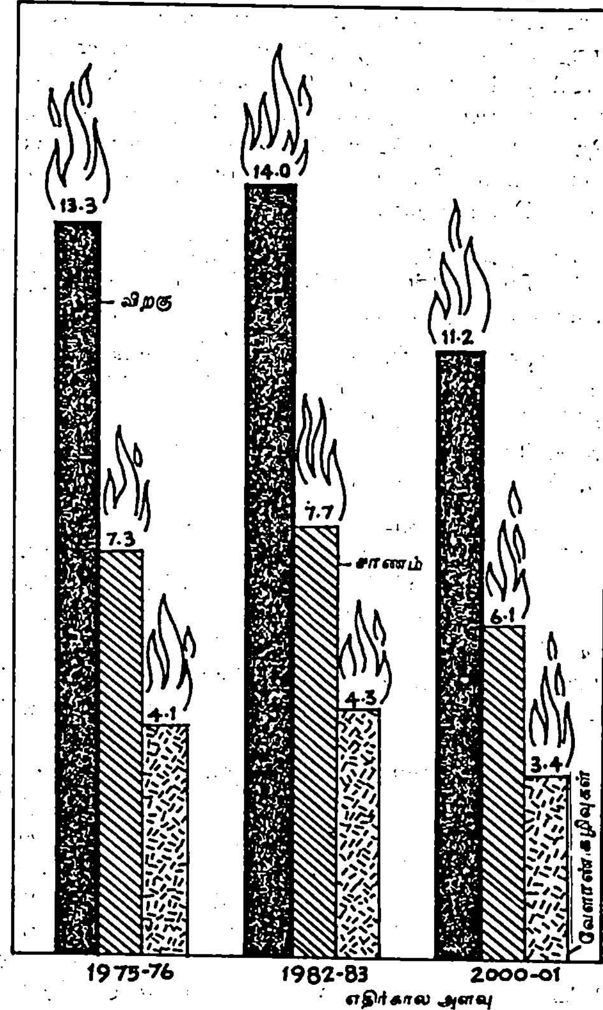
(அ) தொழில்மயமான நாடுகள் (30% உலக மக்கள் தொகை)
(ஆ) தொழில்மயமாகாத நாடுகள் (70% உலக மக்கள் தொகை)
1970 இல் ஒவ்வொரு சதுரமும் ஆண்டுக்கு 291.5 கி.வாட் மணி ஆற்றல் நுகர்வைக் குறிக்கிறது.

படம் 1. ஆற்றல் நுகர்வு

தொழில்மயமான நாடுகளில் பேரளவில் நுகரப்படும் புதைபடிவ எரிபொருள்கள், நீர்மின் திறன் ஆகியவற்றின் அளவையும், தொழில் மயமாகாத நாடுகளில் நுகரப்படும் அளவையும் படம் 1. காட்டுகிறது. தொழில் வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகளில் ஆற்றல் என்றாலே வெப்பம், ஒளி, மின்திறன் தகவல் தொடர்பு போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுத்தும் ஆற்றலைக் குறிப்பர். உணவு ஆற்றலைக் குறிப்பதில்லை. (இக்கட்டுரையிலும் உணவாறறல் எடுத்துக் கொள்ளப்படவில்லை). ஒவ்வொரு வருடமும் நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை வளிமம், நீர்மின்திறன், அணுக்கரு ஆற்றல், வேறு வடிவ ஆற்றல் வகைகள் நுகரும் அளவைத் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. அதனால் மொத்த ஆற்றல் நுகர்வின் அளவு ஓரளவுக்குத் துல்லியமாகத் தெரிய வருகிறது. தானியங்களுக்கு அளிக்கப்படும் பெட்ரோல், டீசல் அளவுகள் போலச்சில ஆற்றல்கள் நுகர்வுகளுக்குச் சரியான பதிவுகள் கிடைக்கின்றன. ஒவ்வொரு வீட்டிற்கும் எவ்வளவு ஆற்றல் மின் வடிவில் அளிக்கப்படுகிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஆனால் சமையல், வெப்பம், ஒளி, தொலைக்காட்சி, குளிர்பதனிகள் ஆகியவற்றிற்குத் தனித்தனியாக செலவிடப்படும் ஆற்றலின் விகிதங்களை மதிப்பிட மட்டுமே இயலுகிறது.

அட்டவணை 1. 1979 இல் பல்வேறு ஆற்றலின் நுகர்வு இந்தியாவின் மொத்த நுகர்வின் விழுக்காடாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

எண்	பயன்பாடு	விழுக்காடு
1.	வீட்டுப் பயன்பாடுகள்	9.5
2.	வாணிகம்	6.2
3.	தொழிற்சாலைகள்	62.5
4.	பொதுவிளக்குகள்	0.9
5.	மின் தொடர்வண்டிகள்	3.2
6.	வேளாண்மை	14.5
7.	பொது நீரேற்று மற்றும் சாக்கடை நீர் வெளியேற்றம்	2.2
8.	மற்றவை	1.0
		100.00



படம் 2. இந்திய நாட்டு ஆற்றல் நுகர்வின் உட்கூறுகள்

இந்தியா விடுதலைபெற்றபோது 13 கி. வா. மணியாக இருந்த ஆற்றல் நுகர்வின் தனிநபர் சராசரி, 1976-77 இல் 119.5 கி. வா. மணியை எட்டியது.

இந்தியாவில் பயன்படுத்தப்படும் ஆற்றலின் மொத்த அளவில் பாதி சமையலுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வேளாண்மை, தொழில் துறை, ஆகிய இரு துறைகளும் சேர்ந்து பயன்படுத்தும் மொத்த ஆற்றலின் இருமடங்காகும். இது இவ்வாறு சமையலுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள்களில் சரியான பயன்கருவிகள் இல்லாத காரணத்தால் சுற்றுச்சூழல் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. எண்ணெய், நிலக்கரி மூலவளங்கள் மிகப்பெரிய அளவில் உருவாக்கப்பட்டிருக்கும் நிலையிலும் விறகு, வேளாண் கழிவு, சாணம் ஆகியவை மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க எரிபொருள்களாயுள்ளன. 1975-76 இல் இந்தியாவில் பயன்படுத்தப்பட்ட மொத்த ஆற்றலில் 28 விழுக்காடு விறகிலிருந்தே கிடைத்தது. அந்த ஆண்டு இந்தியாவில் 13.3 கோடி டன் விறகு எரிக்கப்பட்டது. தவிர ஒவ்வொரு ஆண்டும் 7.3 கோடி டன் சாணமும், 4.1 கோடி டன் வேளாண் கழிவும் எரிபொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

ஆற்றல் பாய்வு பல ஆற்றல் மூலங்கள் கணிசமான ஆற்றலைக் கொடுக்கின்றன. அவற்றின் வரலாற்று வளர்ச்சி ஏறத்தாழ சரியான வரிசை முறையில் கீழே கொடுக்கப்படுகிறது.

சூரிய ஆற்றல். சூரிய ஆற்றல் மாற்றம் பெற்று விறகு, தீவனங்கள், தளைகள், காற்று ஆற்றல், நீர் ஆற்றல் ஆகியவற்றிலிருந்து கிடைக்கிறது.

புதைபடிவு எரிபொருள். நிலக்கரி எரிதல், பெட்ரோலியம், இயற்கை வளிமம் ஆகியவற்றின் மூலமாகவும் கிடைக்கிறது. இவற்றுக்குப் புதைபடிவு எரிபொருள்கள் என்று பெயர்.

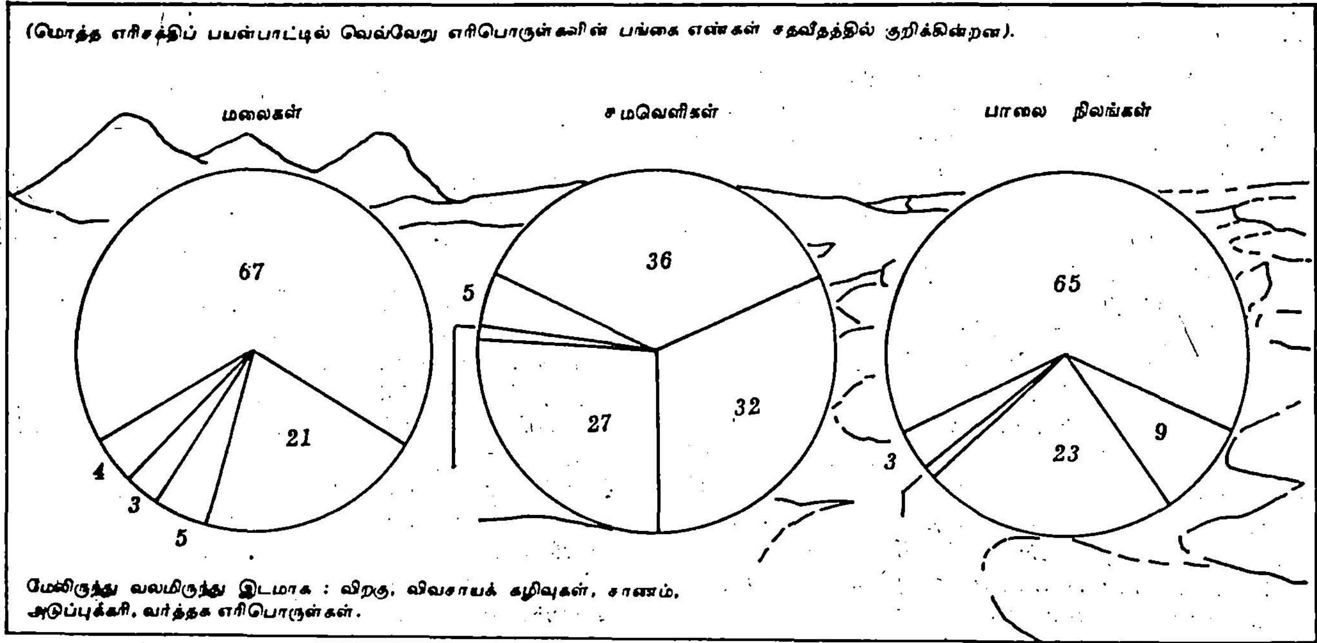
அணுக்கரு எரிபொருள். யுரேனியம் பிளவின் மூலம் கிடைக்கிறது. சூரிய ஆற்றலைப் புதிய தொழில் நுட்பங்கள் மூலம் மாற்றிப் பயன்படுத்துவதும், எண்ணெய்க் களிமட்பாறை (oil shale) நிலக்கீல் களிமட்பாறை (tar shale) ஆகியவற்றில் ஹைடிரோக் கார்பன்களை எரிப்பதும், தோரியத்தை பிளப்பதும் பெரும் அளவிலான ஆற்றல் உற்பத்திக்கு வழி வகுக்கின்றன.

ஆற்றல் வளம் எங்கு அதிக அளவில் கிடைக்கிறதோ மேலும் அதன் அடக்கவிலை குறைவாகவும் போட்டியிடும் அளவிலும் உள்ளதென தொழில் நுட்ப, பொருளாதார கருதுகோள்களால் நிறுவப்படுகிறதோ அந்த இடத்தில் அந்த ஆற்றலின் மூலம் திறமைவாய்ந்ததும், முதன்மையானதுமாகிறது. புவிவெப்ப ஆற்றல், அணுப்பிணைவு ஆற்றல், கூள எரிதல் போன்றவற்றின் திறமை வாய்ந்த ஆற்றல், மூலங்கள் பெரிய அளவில் ஆற்றல் உற்பத்திக்குச் சிறப்பு, குறைந்த வகையாக கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் அவை பயன்பாடுகள் சிறப்புத்தன்மை வாய்ந்த இடங்களிலும் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளிலும் அவற்றின் பொருளாதாரக் காரணத்தாலும் தொழில் நுட்பத்தடைகளாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுவதாலேயே ஆகும்.

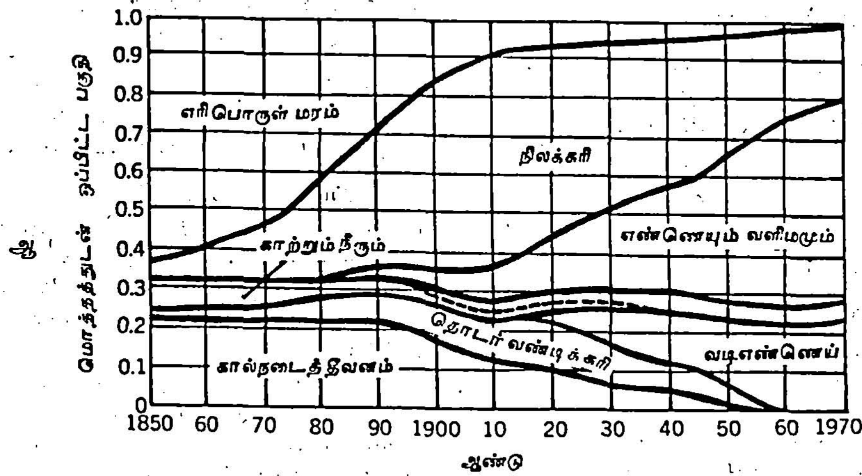
சில வகை ஆற்றல் வளங்கள் மற்றவைகளைக் காட்டிலும் அதிகமாக உள்ளன. சூரிய ஒளித் திறன் குறைந்ததே, ஆனால் பரந்த அளவிலும் எக் காலத்தும் கிடைப்பதாயும் உள்ளது. புதைபடிவ எரிபொருள்கள் அடர்ந்தும் அதே சமயத்தில் குறைந்த அளவில் தோண்டி எடுக்கப்படக் கூடியனவாகவும், உள்ளன. ஆனால் அவை பல நூற்றாண்டுகளுக்குப் பிறகு தீர்ந்து விடும் என்ற நிலை ஏற்படும். அணுக்கரு எரிபொருள்கள் நடைமுறையில் தீரவே தீராததாகும். அதுவும் யுரேனியம் தோரியம் ஆகியவைகளின் பொதுவாகக் கிடைக்கக்கூடிய ஓரிடத் தனிமங்களை வேக ஈனுலையில் பயன்படுத்த முடிந்தால், உலகின் தொழில்மயமான சமுதாயங்களில் விறகு, தீவனம் மற்றும் காற்று ஆற்றல் ஆகியவைகளின் காலம் கடந்து விட்டதெனலாம். அணுக்கரு எரிபொருள்களின் காலம் இப்பொழுது தொடங்கி விட்டது. என்றாலும் புதைபடிவு எரிபொருள்கள், காற்று ஆற்றல் ஆகியவையே தற்போதைக்குக் குறிப்பிடத்தக்க ஆற்றல் வளங்களாகும்.

1970 களின் புதைப்படிவு எரிபொருள்களின் மீதுள்ள முதன்மையான அக்கறை, 1650 களில் மரங்களையும் தீவனங்களையும் சார்ந்திருந்த நிலையிலிருந்து பேரளவில் மாறி உருவகப்படுத்துகிறது.

1850 க்கும் 1970 க்கும் இடைப்பட்ட காலம் முக்கியமான ஐந்து புதிய ஆற்றல் வடிவங்கள் பழைய ஆற்றல் வடிவங்களை மாற்றுவதைக் காணலாம். 1850 க்கும் 1910 க்கும் இடையில் இதுவரை முக்கியமாக வெப்பம் உண்டாக்கப் பயன்பட்டுவந்த விறகு நிலக்கரியில் தன் தனி இடத்தை இழக்கிறது (இது தொழில் மயமான நாடுகளின் நிலைமை. ஆனால் இன்றும் கூட இந்தியா போன்ற வளரும் நாடுகள் விறகையே முதன்மையான வளமாகப் பயன்படுத்துகின்றன). 1910-லிருந்து நிலக்கரி சிறிது சிறிதாகவே தன் இடத்தை ஹைடிரோக் கார்பன் நீர்மங்களில் (வளிமம் மற்றும் எண்ணெய்) இழக்கிறது. போக்குவரத்து மற்றும் பண்ணைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த கால் நடை ஆற்றலாகிய தீவனங்கள் புகை வண்டியின் அறிமுகத்தால் தன் இடத்தை நிலக்கரியிடம் 1850க்கும் 1910க்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் இழக்கின்றன. மேலும் 1920க்கும் 1950க்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் தானியங்கிகளும், இழு எந்திரங்களும் நடைமுறைக்கு வந்ததாலும் தொடர்வண்டிகள் எண்ணெயைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கிய



அ



ஆ

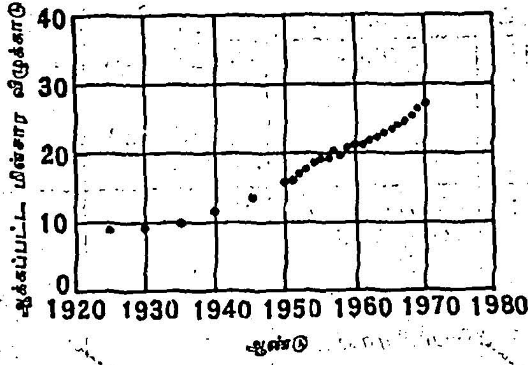
படம் 3. எரிபொருள் பிரிவினைப் பொருளாதாரம்

அ. வட்டவிளக்கப் படம் ஆ. கட்டவிளக்கப்படம்

தாலும் புகை வண்டிக் கரியும் தீவனங்களும், எண்ணெய்களாலும், மற்ற வடிஎண்ணெய்களாலும் (distillate motor fuels) பெரிதும் மாற்றப்பட்டன. தொழில் வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகளில் 1890க்கும் 1940க்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் நேரடிக் காற்றாற்றலும், நீராற்றலும் நீர் மின் திறனால் மாற்றம் பெற்றன.

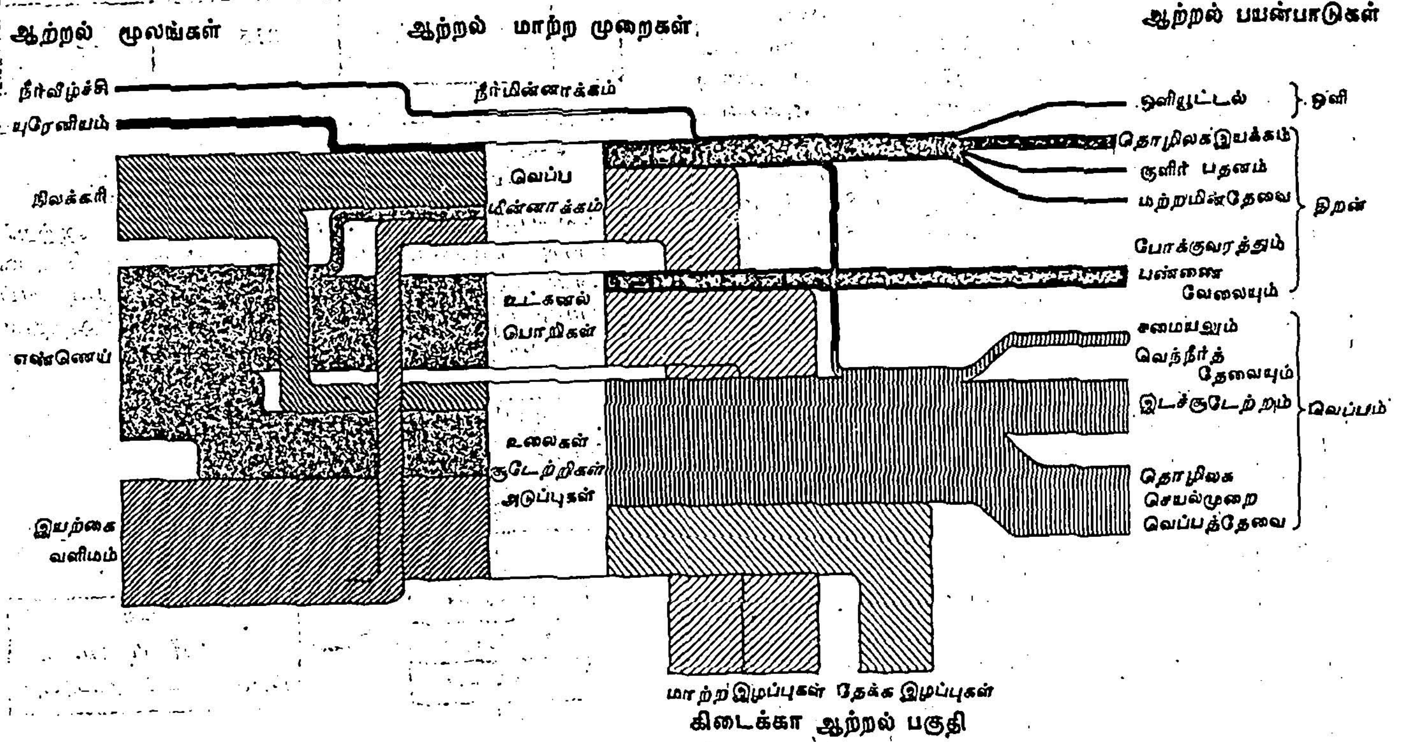
வேறு வடிவிலுள்ள ஆற்றல் நுகரப்படுவதற்கு முன் மின் ஆற்றலாக மாற்றிப் பயன்படுத்துதலின் விகிதம் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் சீராக வளர்ந்துள்ளது. 1925இல் தொடக்கஆற்றல் வடிவை மின் சாரமாகமாற்றிப்பயன்படுத்தும் அளவு 1925இல் 9% முதல் 1970 இல் 27% ஆக உயர்ந்தது. மின் வளர்ச்சிப் பயன்பாட்டின் உயர்வுக்கான காரணம் இதுவரை மற்ற ஆற்றல் வடிவங்களைப் பயன் படுத்தி வந்த இடங்களில் எல்லாம் மின் ஆற்றலைப் பயன் படுத்தியது ஆகும் (படம் 4).

நேரடியாக நீர்ச்சுழலிகள், உருளைகள், கப்பிகள்



படம் 4. முதன்மை வளங்களும் மின்னாற்றலும்

ஆகியவை மூலம் ஆலைகளில் எந்திரங்களை இயக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட நீராற்றலுக்கு மாற்றாக மறைமுகமாக மின்சாரம் பயன்படுத்தப் பட்டது. நேரடி நீராற்றலின் இடத்தை நீர்மின் ஆற்றல் எடுத்துக்கொண்டது. பயன்படுத்துவோரின் இடங்களிலேயே ஒளி, நிலையானவேலை மற்றும் வெப்பத்திற்காக எரிக்கப்பட்ட எரிபொருள்கள், இப்போது பயன்படுத்துவோரின் இடங்களிலில்லாமல் மின்திறன் ஆக்கப்படும் இடங்களில் எரிக்கப் பட்டன. பலவிதமாகப் பயன் மிக்க வேலைகளுக்காக நாட்டின் ஆற்றல் வளங்கள் பல வேறுபட்ட ஆற்றல் மாற்று முறைகளின் மூலம் பெறப்படுகின்றன. ஒரு நாட்டின் பாய்வின் வகைமைப் படிமம் ஆற்றல் ஒன்று கீழே தரப்பட்டுள்ளது (படம் 5).



படம் 5. ஒரு நாட்டுப் பொருளாதாரத்தில் ஆற்றல் பாய்வின் வகைமைப் படிமம்.

ஆற்றல் அளவை. ஆற்றல் நுகர்வைக் கருத்தில் எடுத்துக்கொள்ளும்போது சுரங்கத்தினர் நிலக்கரியை டன் கணக்கிலும், எண்ணெய் எடுப்பவர்கள் எண்ணெய், பீப்பாய் கணக்கிலும், இயற்கை வளிமத்தைப் பரு மீட்டரிலும், மற்றும் மின்சாரத் துறையிலுள்ளவர்கள் நீர்மின்சாரம் கிலோவாட் மணியிலும் கணக்கிடப்படுகிறன.இவ்வாறு பல வழிகளில் கிடைக்கும் ஆற்றலின் அளவுகளை ஒப்பிட்டுப்பார்ப்பதற்கு ஒரே மாதிரியான நிலை நிறுத்தப்பட்ட அளவுகோல் தேவைப்படுகிறது. வெப்பத்தை உறபத்தி செய்ய வழக்கமாகப் பயன்படும் ஆற்றல் மூலங்களை அவை எவ்வளவுவெப்பத்தை உற்பத்தி செய்கிறன என்பதை வைத்து அளவிடலாம். புதைபடிவ எரிபொருள்கள், விறகு, தீவனம் ஆகியவை எரிதலின்போது எவ்வளவு வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்யுமோ அதுவே அவைகளுடைய எண்வடிவ ஆற்றல் மதிப்புகளாகும்.

அணுக்கரு எரிபொருளில் ஆற்றல் மதிப்பு, மின் ஆற்றல் உற்பத்தி செய்யும் தொழிற்சாலையில் அணுப்பிளவின்போது உற்பத்தி செய்யப்படும் வெப்பத்தின் அளவை வைத்து கணக்கிடப்படுகிறது. நீர்மின்சாரத்தை இருமுறைகளில் அளவிடலாம். அவை, முதலாவதாக, உற்பத்தி செய்யப்படும் மின் ஆற்றலைக் கொண்டு மின் சூடேற்றியில் எவ்வளவு வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்கிறது என்ற அளவைக் கொண்டு அளத்தல், இரண்டாவதாக, அதே அளவு ஆற்றலை உற்பத்தி செய்ய எரிபொருள் எரித்து ஆற்றல் உண்டாக்கும் முறையில் தேவைப்படும் வெப்பத்தால் அளத்தல் என்பனவாகும். இவ்விரண்டு முறைகளில் இரண்டாவது முறைதான் நீர்மின் பொருளாதார முதன்மை நிலையைத் துல்லியமாகக் காட்டும்.

அட்டவணை 2. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சில ஆற்றல் வளங்களின் உள்ளடக்கம்

எண்	ஆற்றல் வளம்	ஆற்றல் உள்ளடக்கம்
1	நிலக்கரி	8.22 கி. வா. ம/கிலோ
2	கசடெண்ணெய்	1700 கி. வா. ம./பீப்பாய்
3	இயற்கை வளிமம்	0.3033 கி.வா.ம./பருமன் அடி
4	நீர்மின்சாரம்	1 கி.வா.மீ. வெப்பம் /கி.வா.மீ. உற்பத்தி செய்யப்பட்ட நீர் மின்சாரம்
5	எரிபொருள் சமன்	3.07 கி.வா.ம. வெப்பம் /கி.வா.மணி

வேலையும் வெப்பமும்

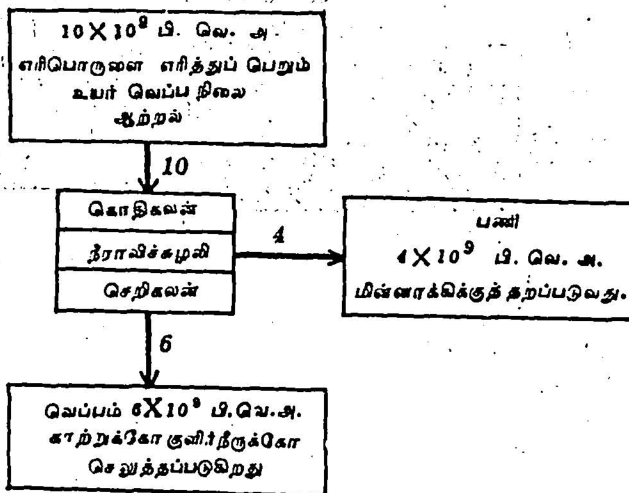
வேலை அல்லது வெப்ப ஆக்கமே ஆற்றலின் முக்கிய பயன்பாடாகும். மேலும் அவற்றிடையே உள்ள உறவையும் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். ஆற்றல் பாய்வு விசையைச் செலுத்தும் போது, வேலை என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆற்றல் பாய்வு எப்பொழுது ஒரு வேலையில் விசையைச் செலுத்துவதில்லையோ அப்பொழுது அது வெப்பம் என்று

அட்டவணை 3. 1970 இல் உலக ஆற்றல் நுகர்வு

எண்	ஆதாரம்	ஆற்றல் உள்ளடக்கம் (குவாட் 10^{15} பி. வெ. அ)	விழுக்காடு
1	புதைபடிவ எரிபொருள்கள்		
2	நிலக்கரி	65	30
3	பெட்ரோலியம்	77	36
4	இயற்கை வளிமம்	38	18
5	சூரிய ஆற்றல், நீர்மின்னாற்றல்	13	6
6	மரபுவழி ஆற்றல் வடிவங்கள் விறகு, கழிவுகள், தீவனங்கள்	22	10
		215	100

1. குவார்ட்-10^{15} பி. வெ. அ. (B. t. u.) (பிரிட்டன் வெப்ப அலகு)

3412 பி. வெ. அ. - 1 கிலோவாட் மணி.

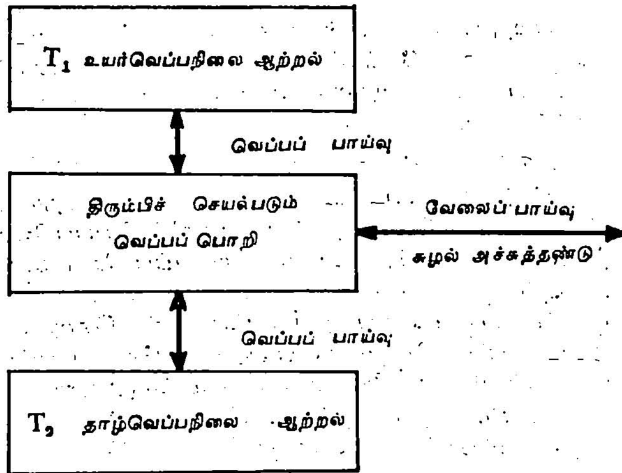


படம் 6. கொதிகலன்-நீராவிச் சுழலி-செறிகலன் அமைப்பில் ஆற்றல் பாய்வு

அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகக் குளிர்ந்த உருளைக்கிழங்கைச் சூடேற்றலைக் கூறலாம். இதில் வெப்ப ஆற்றல் பாத்திரத்திலிருந்து குளிர்ந்த உருளைக்கிழங்கை நோக்கிப் பாய்கிறது. ஆனால் இங்கு விசை செலுத்தப்படுவதில்லை. வேலையும் வெப்பமும் ஆற்றல் பாய்வின் இரு மாறுபட்ட செயல்வகைகளாதலால், ஒவ்வொரு வகையிலும் எவ்வளவு ஆற்றல் செல்கிறது என்பதைக் கொண்டு அவற்றை அளவிட முடியும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு மின் ஆக்கியை இயக்கப் பயன்படும் ஒரு கொதிகலன் நீராவிச் சுழலிச்செறிகலன் அமைப்பை எடுத்துக் கொள்வோம்.

கொதிகலனில் எரிக்கப்பட்ட எரிபொருள் ஒரு மணி நேரத்தில் 10×10^9 பிரிட்டன் வெப்ப அலகு (பி. வெ. அ) ஆற்றலை உற்பத்தி செய்கிறது. இந்த ஆற்றலின் ஒரு பகுதியானது அதாவது 4×10^9 பிரிட்டன் வெப்ப அலகு/மணிக்குச் சுழலக்கூடிய நீராவிச் சுழலியின் தண்டு வழியாக வேலை வடிவில் பாய்கிறது. அங்கு இவ்வாற்றல் மின் ஆக்கியின் அச்சுத் தண்டைச் சுழலச் செய்யப் பயன்படுகிறது. மீதமுள்ள 6×10^9 பி. வெ. அ./மணி அளவு ஆற்றல் காற்றிலேயோ அல்லது குளிரூட்டும் நீருக்கோ திறந்து விடப்படுகிறது. இவ்வாறாக எரிபொருளில் இருந்த ஆற்றலின் 40% மட்டுமே அது எதற்காகப் பயன்படுத்தத் திட்டமிடப்பட்டதோ அதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. எனவே இந்தப்பொறி 40% திறமையைப் பெற்றிருக்கிறது.

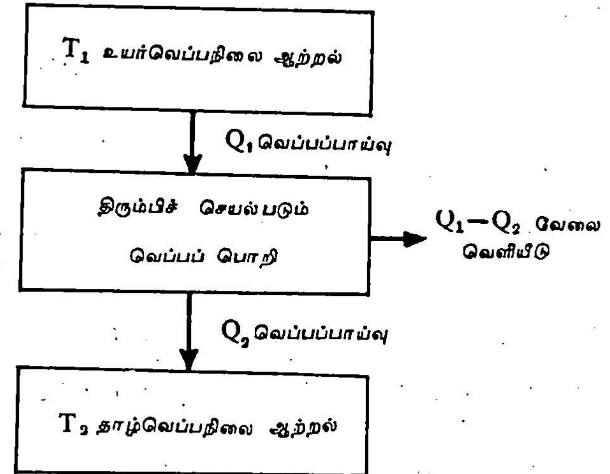
வெப்பப்பொறிகள். தாரைப் பொறிகள், தானியங்கிப் பொறிகள், மற்றும் நீர்ச்சுழலிகள் ஆகியவைகளை உள்ளடக்கிய பலபொறிகள் ஆற்றலை அதிக வெப்ப நிலையில் பெற்று அதில் ஒரு பகுதியை



படம் 7. திரும்பிச் செயல்படவல்ல கருத்தியலான வெப்பப் பொறி

வேலையாக மாற்றுகின்றன. மேலும் மீதமுள்ள ஆற்றலைக் குறைந்த வெப்பத்தில் வெளியேற்றி விடுகின்றன. இந்தப் பொறிகளின் ஆற்றல் திறனைப் பற்றி ஆராயப்பட்டு ஒரு மீளியக்க வெப்ப எக்கி என்ற கருத்துருவம், (concept) மற்றப் பொறிகளின் குறைந்த செயல்பாட்டை அளவிட ஒரு மாதிரியாக உருவானது.

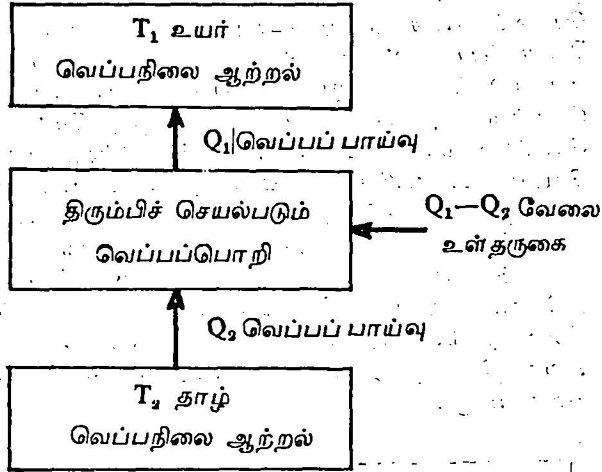
உயர் வெப்ப நிலையில் (T_1) ஓர் ஆற்றல் தேக்கம் (reservoir) உள்ளது என்று கொள்வோம். மற்றொரு தாழ் வெப்பநிலையில் (T_2) உள்ள ஆற்றல் தேக்கத்தையும் கொள்வோம். இவை இரண்டுடனும் தொடர்புடையதும் மேலும் ஆற்றல் செல்லக் கூடிய தண்டுடையதுமான ஒரு மீளியக்க வெப்பபொறி உள்ளதாகக் கொள்வோம். மேலும் இரண்டு தேக்கங்களுடன் வெப்பத்தைப் பகிர்ந்து கொள்ள அந்தப் பொறியால் இயலுமென்றும் கொள்வோம். இந்தவெப்பப்பொறியைச் (heat engine) செய்யப் பயன்படுத்தப்படும்பொது அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள தேக்கத்திலிருந்து (reservoir) வெப்பத்தைப் பெற்று அதில் ஒரு பகுதியை ஆற்றலாக மாற்றி சுழலும் தண்டின் மூலமாக அவ்வாற்றலை வெளியிடுகிறது. ஒரு பகுதி வெப்பத்தைக் குறைந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள தேக்கத்திற்கு (reservoir) அனுப்புகிறது. இது ஒரு நீராவிச் சுழலி ஆற்றல் நிலையத்தின் மாதிரியாகும்.



படம் 8. திரும்பிச்செயல்படவல்ல வெப்பப் பொறி

மேலே உள்ள படத்தில் Q_1 அளவு வெப்பம் அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள தேக்கத்திலிருந்து (reservoir) பொறிக்குச் செல்கிறது. அதில் ஒரு பகுதி Q_2, ஒப்பீட்டளவில் குளிர்ந்தநிலையிலுள்ளதேக்கத்திற்குச் (reservoir) செல்கிறது. மற்றொரு பகுதி Q_1-Q_2 தண்டின் வழியாக வேலை வடிவில் வெளிச் செல்கிறது. இப்பொழுது வெளியிலுள்ள (agences) மூலம்

அந்தத் தண்டு எதிர்த்திசையில் சுழற்றப்படுகிறது என்று கொள்வோம். இப்பொழுது வேலை (work) பொறியிலிருந்து வெளிச்செல்வதற்குப் பதிலாகப் பொறியை நோக்கிச் செல்கிறது. அப்பொழுது பொறி குறைந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள தேக்கத்திலிருந்து (reservoir) வெப்பத்தை உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள தேக்கத்திற்கு அனுப்புகிறது. இந்தப் பொறி இப்போது வெப்ப எக்கியாகச் செயல்பட்டுக் காற்றுப் பதனாக்கி (air-onditioner) அல்லது குளிர் பதனியின் (refrigerator) வகையாகச் செயல்படுகிறது.



படம் 9. வெப்பம் ஏற்றும் திரும்பிச் செயல்படும் வெப்பப் பொறி

Q_1 அளவு ஆற்றல் அதிக வெப்பமுள்ள தேக்கத்தை (reservoir) நோக்கிச் செல்வதுடன் இணைந்த வேலை, வெப்பப் பாய்வைக் காட்டுகிறது. அதில் ஒரு பகுதி (ஒப்பீட்டளவில்) குளிர்ந்த தேக்கத்திலிருந்தும் (reservoir) மற்றொரு பகுதியான $Q_1—Q_2$ அச்சுத் தண்டிலிருந்து வேலையாகவும் வருகிறது. ஆற்றல், வேலை ஆகிய அனைத்தும் எதிர்த் திசையில் செல்வதுதான் படம் 8, படம் 9 இடையேயுள்ள வேறுபாடாகும். இதுதான் திரும்பிச் செயல்படுதலின் பொருளாகும்.

வெப்பப் பொறியின் திறமை. சமன்பாடு (1)ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல, திரும்பிச் செயல்படும் (reverseble) வெப்பப் பொறியின் திறமை தனிநிலை வெப்பநிலைகள் T_1 T_2 ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கிறது.

$$\text{கோட்பாட்டியலான திறமை} = \frac{T_1—T_2}{T_1} \qquad (1)$$

செயல்முறை வெப்ப எக்கிகள் எதனாலும் இந்த அதிகப்படியான (theoretical) செயல்திறனைச் சாதிக்க முடியாது. கொதிகலனிலுள்ள நீராவியின் வெப்ப நிலை 540°C ஆகவும் (T_1) குளிர்ந்த நீராவி நீராக மாற்றப்படுமிடமான குளிர்ப்பியின் (குளிப்பா னின் (condenser), வெப்பநிலை (T_2) 50°C ஆகவும் உள்ள நீராவிச் சுழலியின் (steam turbine) அதிகபட்ச (theoretical) திறன் 60% ஆகும். நவீன பொறியியல் நடப்பில் 40% செயல்திறனைச் சாதித்திருக்கிறது. ஆனால் திறனை மேலும் மேம்படுத்துவதற்கு இடமுள்ளது.

வெப்ப எக்கியின் செயல்திறம். வெப்பப் பொறிகள் (heat engines) இயந்திர ஆற்றலை உற்பத்தி செய்வது மட்டுமல்லாமல் ஆற்றலைக்குளிர்ந்த இடத்திலிருந்து வெப்பமுள்ள இடத்திற்கு ஏற்றவும் பயன்படுகின்றன. ஓர் இடத்தை குளிர்விக்கச் செய்யப் பயன்படுத்தப் படும் போது வெப்பப்பொறிகுளிர்பதனச்சாதனமாக வேலை செய்கிறது. ஒரு இடத்தை சூடு செய்யப் பயன்படுத்தப் படும்போது அதுவே வெப்ப எக்கியாகும்.

ஒரு வெப்ப எக்கியின் செயல் திறம், செயலாற்றல் கெழுவால் கணக்கிடப்படுகிறது. சூடான தேக்கத்திற்கு (hot reservoir) வெளியேற்றப்படும் ஆற்றலுக்கும் (விரும்பப்பட்ட பலன்) எக்கியை (pump) இயக்கத் தேவைப்படும் வேலைக்கும் (work) உள்ள விகிதமாகும் (ratio) இது தேவையான உள் செலுத்தல் (input) ஆகும். ஒரு வெப்பபொறி வெப்ப எக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படும்போது, அதன் செயலாற்றல் கெழுவானது வெப்பப்பொறியின் செயல்திறனின் மறுதலையாகும். ஆகவே (reversible) வெப்ப எக்கியின் கெழு சமன்பாடு 2ஆல் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{செயல் திறக் கெழு} = \frac{T_1}{T_1—T_2}$$

ஓர் அலகு வேலை உள் செலுத்துதலுக்கு வெப்ப நிலையில் ஒரு தேக்கத்தில் ஏற்படக்கூடிய கோட்பாட்டுப் பெரும ஆற்றல் அளவை இந்த உறவு காட்டுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வெப்ப எக்கியைக் கொண்டு ஒரு வீட்டை வெப்பப் படுத்துவதாகக் கொள்வோம். வெளியிலுள்ள காற்றின் வெப்பநிலை (T) 7°C ஆகவும், வீட்டின் உள்வெப்ப நிலை 21°C ஆகவும் உள்ளதென்று கொள்வோம். சமன்பாடு (2) இரண்டைப் பயன்படுத்தி வீட்டிற்குள் செலுத்தப் பட்ட வெப்பத்திற்கும் (heat) அதற்குத்தேவைப்பட்ட வேலைக்கும் இடையே உள்ள அதிகபட்ச (theoretical) விகிதம் 10.6 ஆக இருக்கும். வீட்டிற்கு வெளியிடப் படும் வெப்பத்தின்அளவானது வெப்ப எக்கியைஇயக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட வேலையை விட பத்து மடங்காகும். வீட்டிற்குள் செலுத்தப்படும் ஒவ்வொரு 10.5 அலகுக்கும், 1.0 அலகு வெபபம் எக்கியை இயக்கச் செலவிடப்படும் வேலையிலிருந்தும், 9.5 அலகுகள்

வெளியிலுள்ள காற்றிலிருந்தும் கிடைக்கும். எப்படியிருப்பினும் இது கோட்பாட்டியல் வரம்புதான். இதுவரை 7°C க்கும் 21°C க்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் வேலை செய்யும் ஒரு வணிக வெப்ப எக்கி, அதை இயக்கப் பயன்படும் மின் ஆற்றல் உள்ளடக்கத்தை விட மூன்று மடங்கு மட்டுமே வெப்ப ஆற்றலை வெளிப்படுத்துகிறது.

மின்சாரத்தின் பங்குபணி

மின்சாரமானது ஆற்றலின் முதன்மை வளமாக இல்லாவிடினும் அது உயர்ந்த அளவு தூய்மை செய்யப்பட்ட ஆற்றலின் வடிவமாகும். ஆற்றலின் சில மின்சார மற்றும் மின்னணுவியல் இறுதிப் பயன்களுக்கு மின்சாரத்தைத் தவிர வேறு மாற்று ஆற்றல் கிடையாது. மற்ற பல ஆற்றல் பயன்களுக்கு நுகர்வோர்கள் தங்கள் இடத்திலேயே எரிக்கக்கூடிய எரிபொருளையோ அல்லது மின் ஆக்கச் சாலைகளில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்சாரததையோ தேர்ந்தெடுக்க வாய்ப்பு உள்ளது. கடந்த வருடங்களாக மின்சாரத்தையே நுகர்வோர்கள் அதிகமாகத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர்.

நிலையான வேலை. மின் ஆற்றலின் பாய்வு வேலைப்பாய்வுக்குச் சமமாகும். ஒரு நீண்ட உருளும் தண்டின் மூலமாகவோ, உருளைகளின் மீது மாட்டப்பட்ட பட்டைகளின் (belt) மூலமாகவோ அல்லது மின் கடத்திகள் மூலம் மின்சாரமாகவோ வேலைத் திறனை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லலாம். மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பின்பு அதைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன் குறைந்த அளவே வீணாகிறது.

ஓர் ஆலையில் உள்ள கடைசல் எந்திரத்திற்கு ஆற்றல் வழங்கப்படக் கூடிய இரண்டு மாறுபட்ட வடிவங்களைப் பார்ப்போம்.

முதலாவது மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆலையில் எண்ணெயை எரித்து அதன் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்சாரத்தை ஆலைக்கு அனுப்பி கடைசல் எந்திரத்தின் மின்னோடியை (motor) சுழலச் செய்வதாகும்.

இரண்டாவது, எண்ணெயை டீசல் பொறியில் (diesel angene) எரித்து அதன்மூலம் நேரடியாகவே கடைசல் எந்திரத்தை இயக்குவதாகும். இந்த இரு மாற்றுவழிகளுமே படத்தில் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன. 30.|. திறன் கொண்ட ஆற்றல் உற்பத்திச் சாலை ஒப்பிடுவதற்காக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. 25.|. திறன் கொண்ட சிறிய டீசல் பொறியும் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் உற்பத்திச் சாலை டீசல் பொறியை விட அதிகத் திறன் கொண்டதாகும். ஆனால் ஆற்றலைக் கடத்தும் பாதையில் ஏற்படும் இழப்பும், மின்னோடியில் (motor) ஏற்படும் இழப்பும் இரண்டினது திறனையும் சமப்படுத்தி விடுகின்றன. ஆதலால மின் மயமாக்கல் வீணாகும் வெப்பத்தின் அளவைக் கூட்டவோ குறைப்பதோ இல்லை. ஆனால் வெப்ப இழப்பு ஏற்படும் இடத்தை தொழிற்சாலையிலிருந்து ஆற்றல் உற்பத்திச் சாலைக்கு மாற்றி விடுகிறது.

ஒட்டு மொத்த விலை. ஒட்டு மொத்த விலை என்ற காரணியைக் கொண்டு பார்க்குமிடத்து மின்சாரமே சிறந்ததாக இருக்கிறது. ஆற்றல் உற்பத்திச் சாலை பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள் மலிவாக இருக்கிறது. மேலும் கடைசல் எந்திரத்திற்கு வேலையில் ஒரு அலகுக்குப் பயன்படும் எரிபொருளின் அளவும் குறைவு. ஆற்றல் உற்பத்திச் சாலையின் விலை, ஆற்றலை எடுத்துச் செல்லும் அமைப்பு, மின்னோடி (electric motor) ஆகியவற்றின் மொத்த விலையானது டீசல் பொறியின் (diesal engin) விலையை விடக் குறைவாகும்.

மின்னாக்க நிலையம் முழுவதும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. ஒரு டீசல் பொறி சராசரியாகத் தனது பெரும் வரையளவில் 30 விழுக்காட்டில் வாரத்திற்கு 40 மணி நேரம் வேலை செய்து 7·|. பயன் கூறு கிடைக்கும் என்று வைத்துக் கொள்வோம் ஆனால் மின் நிலைய மின்சாரத்தை நுகர்வோர்களின் தேவைகள் வேறுபட்ட நேரங்களிலும் சில சமயங்களில் ஒரே சமயத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டவர்கள் பயன்படுத்துவதாலும் பயன் கூறு 65 விழுக்காடாக இருக்கிறது. இதன் மூலம் முதலீடு செய்யப்பட்ட மூலதனம் சிறப்பாக பயன்பட முடிகிறது. மின் நிலைய இயக்கச் செலவும், பராமரிப்புச் செலவும் மிகவும் குறைவு. மிக முக்கியமாக கவனிக்கப்பட வேண்டியது சுற்றுப்புறச் சூழல் பாதுகாப்பாகும். இந்த நேரத்தில் மின் நிலையங்கள் எரிபொருளை முழுமையாக எரிக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. அதன்மூலம் சுற்றுப்புறச் சூழல் மாசுபடுவதை பெருமளவு குறைக்கின்றன. ஆனால் தனித்தனியான கூறுகளால் இது முடிவதில்லை.

ஒளியூட்டல். மின்மயப்படுத்துவதால் கிடைக்கும் லாபம் மற்றும் சேமிப்புகளுக்கு மற்றொருஎடுத்துக் காட்டு ஒளி வழங்கல் ஆகும். நேரடியாக எரித்து ஒளிப் பெறுதலுடன் ஒப்பிடும் போது, மின்சாரத்தின் மூலம் குறைந்த உழைப்பு குறைந்த சுற்றுப்புறச் சூழல் கேடு குறைந்த விலை மேலும் அதிகப் பாதுகாப்புடன் ஒளியைப் பெற முடிகிறது. எண்ணையை நேரடியாக எண்ணெய் விளக்கில் எரித்துப் பெறக்கூடிய ஒளியைவிட ஒரு காலன் எண்ணெயை மின் நிலையத்தில் எரித்து உற்பத்தியாகும் மின்சாரத்தைக் கொண்டு அதிக ஒளியைப் பெற முடிகிறது.

வெப்பப்படுத்தல். பாதரச - லெற்றிட விளக்கில் 5000 C மின்ம, மற்றும் வெப்ப அணுக்கரு பிளவு ஆராய்ச்சியின் போது உண்டாகும் 100,000,000 C மின்ம ஆகியவைகளை உள்ளடக்கிய மிக உயர்ந்த

வெப்பநிலைகளை உண்டாக்குவதில் மின்தடைசூடேற்றல் குறிப்பிடத்தக்க சிறப்புடையது. இரும்பு உருகக்கூடிய 1540°C போன்ற குறைந்த வெப்பநிலையில் கூட மின்தடை வெப்பம் சிக்கனமாகவே உள்ளது. இந்த அளவு வெப்பத்தை (1540°C) நேரடி எரிதல் மூலம் கூட அடையலாம். ஆனால் வெப்பநிலை அதிகமாகச் சூடான எரிவினை பொருள்கள் சிம்னி மூலம் வெளியேறுவதால், நேரடி எரிமுறை வெப்பமூட்டல் தனது செயல்திறனை இழக்கிறது. இருந்தாலும் குறைந்த அளவில் இருந்து ஓரளவு வெப்பம் வரை எரிமுறை வெப்பப்படுத்துதல் அதிகத் திறன் உள்ளதாகவும் இருக்கிறது. ஏனெனில் எரிதலின் விளை பொருட்கள் சிம்னியை விட்டு வெளியேறுவதற்கு முன் குளிர்ந்து அதிக அளவு வெப்பத்தை வெளியிடுகின்றன. வெந்நீர்ப் பங்கிடு, சமையல், வாழ் இட வெப்பமூட்டல் மற்றும் அதிக அளவு தொழிற்துறை வெப்பமூட்டல் போன்ற உபயோகங்களுக்கு நேரடி எரிதல் மலிவாகவும் திறனுள்ளதாயும் உள்ளது. இத்தகைய பயன்பாடுகளுக்கு மின்சாரம் வரையறுக்கப்பட்ட அளவில்தான் பயன்படுகிறது.

இத்தகைய பயன்பாடுகளுக்கு மின்சாரம் ஏன் விரிவடையவில்லை என்பதை விளக்க மின்தடை வெப்ப மூட்டல், மின்சாரத்தால் இயங்கும் வெப்ப எக்கி ஆகியவைகளோடு நேரடி எரிதல் முறையை ஒப்பிடும்போது நன்கு தெரியவருகிறது. எரிபொருள் சேமிப்பு மற்றும் ஒட்டுமொத்த விலை ஆகியவற்றின் நிலையில் இருந்து பார்க்கும்போது மின் தடை வெப்ப மூட்டல் சிறந்ததாக இல்லை. ஏனெனில் அதிக அளவு மின்சாரம் தேவையாக உள்ளது. மேலும் விலையும் அதிகம். இருந்தாலும் வெப்பம் குறைந்த அளவு தேவைப்படும் இடங்களிலும், பயன்படுத்துவதில் சிரமமின்மை எங்கெல்லாம் முக்கியமாகக் கருதப்படுகிறதோ அங்கெல்லாம் மின்தடை வெப்ப மூட்டலே பயன்படுத்தப்படுகிறது. எரிபொருள் சேமிப்பு என்ற நிலையில் பார்க்கும்போது வெப்ப எக்கிகளும் நேரடி எரிதல் முறையும் ஏறக்குறைய சமமான நிலையில் உள்ளன. ஆனால் வெப்ப எக்கிகள் உலைகளை (furnaces) விட அதிக விலையாகின்றன.

மின்மயமாக்கத்தின் வடிவப்போக்குகள்

மின்மயமாக்க வடிவப்போக்குகளை ஆராயும் போது முழுமையும் மின்மயமாக்கப்பட்ட பயன்பாடுகள் வெப்பம் உண்டாக்குவதற்கும் போக்குவரத்துக்கும் ஆகிய வகைகள் தெரிய வருகின்றன. முதலில் மின் மயமாக்கப்பட்ட தடை பயன்பாடுகளைப் பார்ப்போம். இவ்வகையில் மின்சாரத்தின் மூலமாகச் செயல்பட முடியும் பயன்பாடுகளும் நேரடி எரிதலை விட மின்சாரம் அதிகச் சிறப்பு பெற்றிருக்கும் பயன்பாடுகளும் அடங்கும். இதுவரை அதிக அளவில் வெப்பப்படுத்தும் சாதனங்கள் மின்மயப் படுத்தப்படவில்லை. மேலும் இந்தப் பயன்பாட்டுக்கு மின்சாரம் சிற்றளவில்தான் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ந. ரமேஷ்

ஆற்றல் பாய்வு

உலக பொருளாதாரத்தில் ஆற்றல் நீர் மின் ஆற்றல், நிலக்கரி, இயற்கை வளிமம், யூரேனியம் மற்றும் பல ஆதார வளங்களாக அமைகிறது. இவ்வாறு ஆற்றல் பாய்ந்து வெப்பம், ஒளி மற்றும் சக்தி ஆகியவற்றை அளிக்கிறது. சிலவகை முதன்மை ஆற்றல் மூலங்கள் (primary energy sources) நேரடியாக எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை வளிமம் ஆகியவை அடுப்புகளிலும் (stoves) உலைக்கலங்களிலும் (furnaces) நேரடியாக எரித்து வெப்பம் பெறப்படுகிறது. பெரும்பாலான தானியங்கிகள், விமானங்கள் தொடர்வண்டிகள் ஆகியவற்றிற்கான சக்தி உள் எரி பொறிகளில் எண்ணெயை எரிப்பதன் மூலம் ஆக்கப்படுகிறது. மற்ற சில முதன்மை ஆற்றல் மூலங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதற்கு முன் மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் ஒளி வழங்கல் (Illumination) மின்மயப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பெரும்பான்மை எந்திர கருவிகள், குளிர்பதனநிலையங்கள், மின் தூக்கிகள் (elevators), தொலைகாட்சி மற்றும் உபகரணங்கள், நிலை எந்திரங்கள் ஆகியவைகளும் மின் மயமாக்கப்பட்டுள்ளன.

நேரடியாக இயற்கை மூலங்களிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல் முதன்மை ஆற்றல் (primary energy) எனவும் (எரிபொருள்கள், நீர் ஆற்றல், வளிம ஆற்றல் புவியீர்ப்பு ஆற்றல் மற்றும் அணுக்கரு ஆற்றல் ஆகியவற்றின் ஆற்றல் உள் அடக்கம்) பொருத்தமான நிலையங்களைக் கொண்டு (plants) முதன்மை ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி மனிதனால் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆற்றல் இரண்டாவது ஆற்றல் (secondary energy) எனவும் கூறப்படும்.

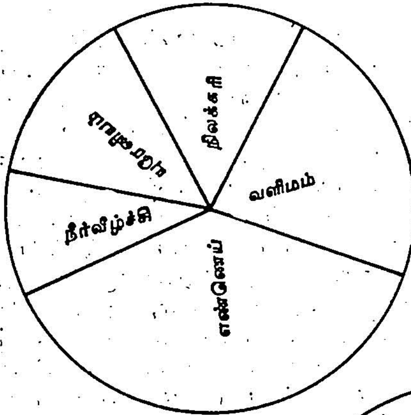
ஆற்றல் வெப்பம், ஒளி மற்றும் எந்திர ஆற்றல் ஆகிய மூன்று முக்கிய பயன்களுக்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பத்தையும் ஒளியையும் நெருப்பின் மூலம் எளிதாக உருவாக்க முடியும். மக்கள் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாக மரம் மற்றும் கரிமப் பொருள்களை (organic materials) எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தி, நெருப்பை உண்டாக்கி வந்துள்ளனர். எந்திர ஆற்றலை உற்பத்தி செய்தல் மிகவும் கடினமானது. இருந்தாலும் நீர் ஆற்றல், காற்றலைகள், மிதவைகள், வேலைசெய்யும் விலங்குகள் மற்றும்.

தங்களுடைய சொந்த தசைகள் ஆகியவற்றைப்பயன் படுத்தி ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாக மக்கள் எந்திர ஆற்றலை உற்பத்தி செய்துப் பயன்படுத்தி வருகிறார்கள். வெப்ப ஆற்றலிருந்து எந்திர ஆற்றலை உற்பத்தி செய்வது ஒப்பிட்டளவில் அண்மைக்காலத்தில் தான் இயன்றது. நடைமுறையில் வெப்பத்தை எந்திர ஆற்றலாக நீராவி பொறியி னால் மாற்றுதல் 1770 களில் இங்கிலாந்தில் தொடங்கியது. இது தொழிற்புரட்சியின் தொடக் கத்தை குறித்தது. தற்போது வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகள் என்று அழைக்கப்படும் சமுதாயங்கள் முழு வதிலும் நீராவிப் பொறிகளும் (steam engines) வெப்பப் பொறிகளும் இரண்டு நூற்றாண்டுகளாக வளிம ஆற்றல், விலங்கு ஆற்றல் ஆகியவற்றின் இடத்தைப்பிடித்தன. இந்தப் படிப்படியான மாறுதல் அண்மைக் காலத்தில் தான் வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகளில் நிறைவு பெற்றுள்ளது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள் 1900களின் தொடக்கக் காலத்திலும் கூட தன்னுடைய எந்திர ஆற்றலை விலங்குகளிடமிருந்தும் மற்றும் வளிம ஆலைகளிலி ருந்தும் பெற்றது.

வெப்பபொறிகள் மற்றும் நீர் ஆற்றல் ஆகியவற றின் மேல் முழுமையான சார்பு 1950களிருந்துதான் தொடங்கியது.

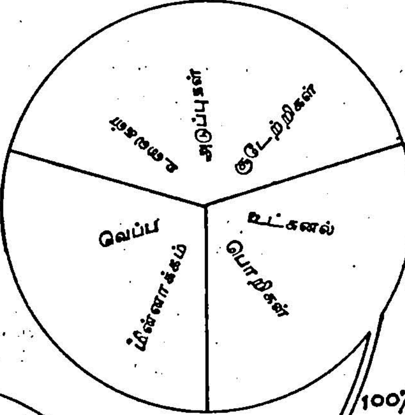
எந்திர ஆற்றலை நெடுந்தொலைவுகளுக்குக் கம் பிகள் மூலம் எடுத்து செல்லப்படக்கூடியதும் ஒளி யாக அல்லது மீண்டும் எந்திர ஆற்றலாக மாற்றப் படக் கூடியதுமான மின்சாரமாக மாற்றுவது, ஆற்றல் மாற்றும் (energy conversion) தொழில்நுட் பத்தில் அண்மைக் கால வளர்ச்சியாகும். இவ்வாறு எந்திர ஆற்றலை மின்சாரமாக மாற்றுவதானது நடைமுறையில் 1880களில் தொடங்கியது. தற்போது வயல் வேலை மற்றும் போக்குவரத்து தவிர ஏறத் தாழ அனைத்து ஒளி, வழங்கல் மற்றும் எந்திர ஆற்றல் யாவும் மின்மயமாக்கப்பட்டு விட்டன. கரிமப் (organic matoricals) பொருள்களை எரித்து வெப்பம் உண்டாக்கப்பட்டதற்குப் பதிலாக தற் போது நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை வளிமம் ஆகிய புதை படிவு மூலம் எரிதல் வெப்பமானது பெறப்படுகிறது. வீழ்கின்ற நீரிலிருந்து இன்றள வும் சிறிதளவு எந்திர ஆற்றல் பெறப்படுகிறது. ஆனால் தற்போது அது மின்சார வடிவில் பெறப்படு

ஆற்றல் மூலங்கள்



100%

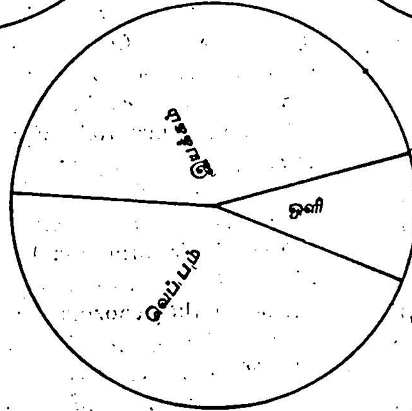
ஆற்றல் மாற்ற முறைகள்



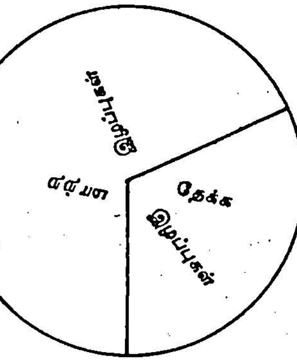
100%

55%

45%



ஆற்றல் பயன்பாடுகள்

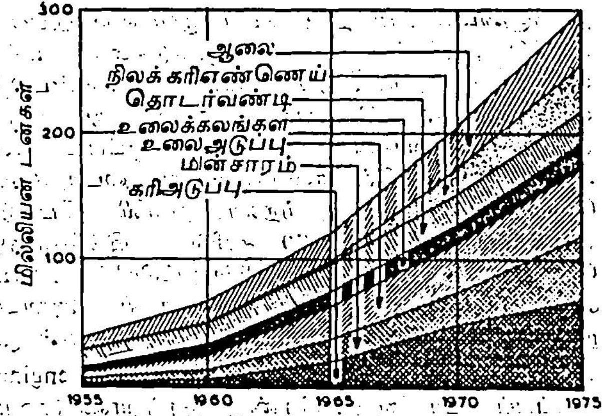


கிடைக்கா ஆற்றல் பகுதி

கிறது. எண்ணெய் உற்பத்தி பொருள்களை உள் எரி பொறிகளில் எரிப்பதன் மூலம்கிடைக்கும் எந்திர ஆற்றல் வயல் வேலை மற்றும் போக்குவரத்து ஆகியவற்றிற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்ற பெரும்பான்மை எந்திர ஆற்றல் நிலக்கரி, இயற்கை வளிமம் அல்லது எண்ணெயைப் பயன்படுத்தும் கொதிகலன்களை கொண்ட நீராவி பொறியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. நீராவி பொறிகளின் கொதிகலன்களுக்கான வெப்ப மூலங்களாக அணுக்கரு எரிபொருள்களை பயன்படுத்துவது அண்மைக் காலத்தில் தான் தொடங்கி இருக்கிறது.

வெப்பத்தை எந்திர ஆற்றலாக மாற்றும் வெப்பப் பொறிகளின் திறமையை இயற்கையின் விதிகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. உள்செலுத்தப்படும் அதிக அளவு வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி எந்திர வேலையாக மாற்றப்படுகிறது (விரும்பிய கடைசி விளைவு); மற்றொரு பகுதி குறைந்த வெப்ப நிலையில் வெளியேறி விடுகிறது (வேலை செய்யப் பயன்படாத பகுதி). உள் செலுத்தப்படும் உள்தருகை வெப்ப அளவு அதிகமாகவும் வெளியிடப்படும் வெப்ப அளவு குறைவாகவும் இருக்கும், ஒரு வெப்ப பொறியின் வேலை வெளியீட்டின் (work out put) விகிதம் அதிகமாக இருக்கும். பயன்படாத வெப்பத்தை (unavailable energy) மிக குறைந்த வெப்ப அளவில் (வெப்ப அளவில் (வெளியில் இருக்கும் வெப்ப அளவை விட சிறிது சூடாக) மின்திறன் நிலையங்களால் (electric power plants) வெளியிடப்படுகிறது. எனவே அவை உள் தருகை வெப்பத்தை வேலையாக மாற்றுவதால் உள் எரி பொறிகளை விட அதிக திறமை கொண்டனவாக உள்ளன. இதன் காரணமாக பெரும்பான்மை ஆற்றல் பயன்பாடுகள் மின்மயபடுத்தபட்டுள்ளன. அதிக வசதி, தூய்மை மற்றும் பாதுகாப்பு ஆகிய காரணங்களுக்காக, ஒளி வழங்கல் மின்மயமாக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் கூடுதல் ஒட்டு மொத்தத் திறமை மற்றும் குறைந்த விலை ஆகியவையும் மின்மயமாக்கத்திற்கான முக்கிய காரணங்கள். ஒரு காலன் (Gallon) எண்ணெயை ஓர் எண்ணெய் விளக்கில் (oil lamp) நேரடியாக எரித்து பெறப்படும் ஒளியை விட அதே அளவில் (ஒரு காலன்) எண்ணெயைத் திறன் நிலையத்தில் (power plant) எரித்து பெறப்படும் மின்சாரத்தை கொண்டு எரிக்கப்படும் ஒளியின் அளவு அதிகமாக உள்ளது. வரும் காலங்களில் அணுக்கரு ஆற்றல் மூலாதாரங்கள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு வளர்ச்சி அடையும். வெப்ப பொறிகளின் செயல் திறனின் வளர்ச்சியானது பயன் மிகுந்த ஆற்றலுக்கும் தேவைப்படாத ஆற்றலுக்கும் உள்ள விகிதத்தை அதிகப்படுத்தும் மின்சாரமானது வெப்பப்படுத்தும் பயன்பாடுகளுக்கான பரந்த அளவில் பயன்படுத்தபடலாம். மக்கள் தொகை மற்றும் பொதுவான வாழ்க்கைத்தர உயர்வோடு ஒட்டு மொத்த ஆற்றலும் அதிகரிக்கும்.

ந. ரமேஷ்



நூலோதி

1. Hendricks, T.A., Resources of Oil, Gas, and Natural Gas Liquids in the United States and the World, U.S. Geological Survey Circ. 522, 1965.

2. Landes, K.K. Petroleum Geology of the United States, John Wiley & Co., New York, 1970.

ஆற்றல், பெட்ரோலிய

பெட்ரோலிய ஆற்றல் இயற்கையில் கிடைக்கும் எண்ணெய் தரும் வேதியியல் ஆற்றலாகும். பெட்ரோலியத்தின். நிறம் கருமையாகவும், பழுப்பாகவும் (brown), பச்சையாகவும், வெளிறிய மஞ்சளாகவும் (amber) காணப்படுகின்றது. இதனை இயற்கைப் பாறை எண்ணெய் (crude oil) என்று அடிக்கடிக் கூறுகின்றனர். பெட்ரோலியத்தில் கார்பனும் ஹைடிரஜனும் இணைந்த சேர்மங்களான ஹைட்ரோர்க்கார்பன்கள் முதன்மையாகவும், ஆக்சிஜனும் நைட்ரஜனும் வெவ்வேறு அளவுகளிலும், கந்தகச் சேர்மங்கள் தப்பாமலும் காணப்படுகின்றன. பெட்ரோலியத்திற்கு நிகரான பொருள் உடைய சொல்லாக்கக் கனிம எண்ணெய் (mineral oil) என்று குறிப்பிடுவது பொருந்தாது. ஏனெனில் படிவுப் படுகைப் பாறைகளில் (sedimentary rocks) புதையுண்ட தாவரங்கள், மிருகங்களின் கரிமப் பொருள்கள் (organic materials)வினைபுரிந்ததன் விளைவாகப் பெட்ரோலியம் உருவாயிற்று என நில இயல் வல்லுநர்கள் (geologists) நம்புகின்றனர். பெட்ரோலியம் காணப்படும் மிக முக்கியமான நிலஇயல் கட்டமைப்புகள் (geologic formations) புத்துயிரூழிக்காலப் பெரும் பிரிவில்டெர்ஷியரி காலக்கட்டத்திலும்உண்டு(tertiary period of the cenozoic era). இந்தக் காலத்திலான பாறைகளிலிருந்துதான் உலக எண்ணெய் ஆக்கத்தில் 50% அளவு கிடைக்கின்றது. இதில் அடங்கும் பகுதிகளாவன; அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில்

கலிபோர்னியாவும், வளைகுடாக் கடற்கரையும் (gulf coast) சோவியத் நாடும் வெனிசுவேலாவும் (Venezuela) மலேசியாவும், ஈரானும், ஈராக்கும் ஆகும்), இடையுயிரூழிக் காலப் பெரும் பிரிவில், கிரிடேஷியஸ் காலத்திலும் (Cretaceous Peroid of the Mesozoic era). (இதில் அடங்கும் பகுதிகளாவன கிழக்கு டெக்சாஸ் குவாய்த் பஹ்ரெய்ன் எண்ணெய் வயல்கள்), இடையுயிரூழிக் காலப் பெரும் பிரிவில், ஜுராசிக் காலத்திலும் (Jurassic period of the mesozoic era) (இதில் அடங்கும் பகுதிகளாவன, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் அர்கான்சாஸ், இராக்கி மலைத்தொடர்ப் பகுதிகளும் சவுதி அரேபியாவும் ஆகும்) தொல்லுயிரூழிக் காலப் பெரும் பிரிவில், மிசிசிபியின் காலத்திலும் (Mississippian period of the paleozoic era) (இதில் அடங்கும் பகுதிகளாவன, மேற்கு டெக்சாஸ், பென்சில்வானியா, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் மத்திய கண்டப்பகுதிகளும் அல்பர்டா, கனடா வயல்களும் ஆகும்.) காணப்படுகின்றன.

மண்ணுடன் மிக நெருக்கமாகத் தொடர்புடைய தாய் இருப்பினும், பெட்ரோலிய எண்ணெய்களின் வேதியியல் உட்கூறு (composition) பேரளவில் வேறுபடுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் சில பகுதிகளில், தரைக்கு அருகில் எடுக்கப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெயின் வேதியியல் உட்கூறு ஆழமிக்க படுகைகளில் கண்டெடுக்கப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெயின் வேதியியல் உட்கூறினின்றும் முற்றிலும் வேறுபடுகின்றது. வேதியியல் உட்கூறு வேறுபாடுகளுக்கு ஆழ்த்தை மட்டும் தெளிவாகத் தொடர்பு படுத்த இயலவில்லை.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் சில பகுதிகளில் கண்டெடுக்கப்பட்ட வகைமை (typical) இயற்கை நில எண்ணெய்களின் பகுப்பாய்வு அட்டவணை 1 இல் வழங்கப்பட்டுள்ளது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் கிழக்கு, மைய மேற்குப் பிரிவுகளில் கண்டெடுக்கப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய் பெரும்பான்மையாக இனிப்புத்தன்மையுடையதாயும், பாரஃபின் சார்ந்ததாயும் வளைகுடாக் கடற்கரையின் நெடுகே கண்டெடுக்கப்பட்டவை வழக்கமாக நாப்தீனைச் சார்ந்ததாயும் உள்நாட்டில் தென்மேற்கில் காணப்பெறுபவை புளிப்புத் தன்மையுடன் நாப்தீனைச் சார்ந்ததாயும் மேலும் மேற்குக் கடற்கரை நெடுகிலும் கண்டெடுக்கப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய் அஸ்ப்பால்ட்டைச் சார்ந்ததாயும் (asphaltic) காணப்படுகின்றன. பென்சில்வேனியாவில் கண்டெடுக்கப்பட்ட மெழுகுத் தன்மையுடைய இனிய பாரஃபின் சார்ந்த எண்ணெய்களிலிருந்து உயர் பண்புடைய உராய்வைக் குறைக்கும் எண்ணெய்களையும் (lubricating oils) அவற்றிலிருந்து மசகுகளையும் (grease) பெற்றதனால் அவை முதன்மை வாய்ந்தவையாய்க் கருதப்பட்டன. எந்திரங்களின் தாங்கிகளிலும் (bearings) நெருக்கமாகப் பொருத்தப்பட்டு ஊடாடும் தண்டுகளின் பரப்புகளிலும் உண்டாகும் வன்மையான அழுத்தங்களின் காரணமாகப் பெட்ரோலியத்தைத் தூய்மையாக்கும் முறைகள் உருவாகின. துணையாகச் சேர்க்கும் கூட்டுப் பொருள்களும் (additive materials) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதனால் பிற வகை இயற்கை நில எண்ணெய்களைக் கூட உராய்வைக் குறைக்கும் மேம்பட்ட எண்ணெய்ப் பொருள்களாக (lubricants) மாற்றம் செய்வதற்கு முடிந்தது. தற்போது நிலவி வரும் எண்ணெய்த் தரங்களுக்கு ஏற்றவாறு, பென்சில்வேனியாவில் கிடைக்கும் எண்ணெய்களைக் கூட தனித்தன்மையான தூய்மையாக்கத்திற்கு உட்படுத்துவதும் அவற்றுடன் கூட்டுப் பொருள்களைச் சேர்ப்பதும் தேவையாகிறது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளுக்கு வெளியே கண்டெடுக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய இயற்கை நில எண்ணெய்களின் (crude petroleums) பகுப்பாய்வுகள் அட்டவணை 2 இல் வழங்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அட்டவணையில் தற்போதுள்ள பல்வேறு இயற்கை நில எண்ணெய்களைப் பற்றி விரித்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் உலகம் முழுவதும் அமைந்த பெட்ரோலிய மூலங்களிலுள்ள வேதியியல் உட்கூறினை முழுவதுமாய்க் காண்பிக்கக் கூடியதாக அமையவில்லை. பகுப்பாய்வு விவரங்கள் சுருங்கக் கூறப்பட்டிருந்தாலும், அட்டவணையில் வழங்கப்பட்ட தகவல்களிலிருந்து, இயற்கை நில எண்ணெயிலுள்ள வேதியியல் உட்கூறு வேறுபாடுகளின் முதன்மையையும், அதிலும் குறிப்பாகப் பல்வேறுபட்ட இயற்கை நில எண்ணெய்களைப் பயனுடைய இறுதி விளை பொருட்களாக (end products) மாற்றம் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தும் செயல்முறைகளைப் பற்றியும் நாம் அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது.

அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தின் பெட்ரோலிய அடர்த்தி

அ.பெ.க; அடர்த்தி அளவிடும் முறை. அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தின் பெட்ரோலிய அடர்த்தி அளவிடும் முறையின் அளபுரு (parameter) பாகைகளாகக் (degrees) கூறப்படுகின்றது. இப்பாகைகள் கணிதவியலாக ஒப்படர்த்தியுடன் (specific gravity) தொடர்பு படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வொப்படர்த்தி அடர்த்தியளவியின் (hydrometer) உதவியால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. நீரின் ஒப்படர்த்தியினை (விதிக்கட்டின்றி இது 1 ஆக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது). அ. பெ. க. இன் பாகைகளில் தெரிவிக்கும் போது 10.00 ஆகக் கூறப்படுகின்றது. அட்டவணைகள் 1 ம் 2 ம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள அ.பெ. க. அடர்த்தி இயற்கை நிலஎண்ணெயினுடைய கேசொலின் அளவினையும் கெரோசின் அளவினையும் (gasoline and kerosine contents) காட்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மிசிசிபி

அட்டவணை 1. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் காணப்பெறும் இயற்கை நில எண்ணெய்ப் பகுப்பாய்வு

	மெக்காம்ப் மிசிசிபி		தென்மேற்கு டெக்சாஸ்		கிழக்கு டெக்சாஸ்	வையோமிங் (புளிப்பு)	நியூ மெக்சிகோ	வடக்கிளை முந்நிரகம் அலாஸ்கா	சான் ஆர்டோ, கலிபோர்னியா	ஆஸ்பெரூாச்சான் லூசியானா		வெல்மா, ஓக்லஹோமா
அடர்த்தி, அ.பெ.க	40.7		36.5		39.1	17.9	37.5	25.9	13.3*	38.2		29.1
காய்ச்சி வடித்தல்	D86	UOP 76	D86	UOP76	D 86	D86	D86	D86	UOP	D86	UOP 76	D86
தொ.கொ.நி. (தொடக்கக்கொதி நிலை)	152	152	158	158	125	306	118	160	IBP— 180 0.3‡	127	127	145
5%க்கும் அதிகமான	192	192	208	208	191	408	162	196	180— 380 1.6‡	206	206	224
10	224	224	244	244	211	476	224	220	380—550 16.1‡	256	256	482
30	344	344	461	461	355	633	351	514	550—650 10.6‡	448	438	659
50	504	506	700	770	539	675	530	660	650—900 17.4‡	545	575	712
70	655	703	760 +	075	702	710	626	690	900—1000 6.0‡	672	720	748
90	760 +	977	....	...	760	732‡	728	710	1000 + 48.1	760 +	905	748 +
இ.நி. (இறுதி நிலை)	...	1062	...	...	760 +	32 +	734 +	710 +	... ...	...	978	...
% மீட்கப்பட்டது	98.5	95.5	98.5	90.5	97.0	89.0	93.0	80.0	... ...	98.5	96.0	95.5
% அடிப்பகுதியிலுள்ளவை	...	4.5	...	9.5	...	...	...	...	... ...	...	4.0	...
% கோக், எடை	1.6	...	1.8	...	2.8							
% மீட்கப்பட்டது						11.0	...	5.6	... ...	0.7		...
204° செ.	37.0	...	32.0	...	34.5	4.5	...	35.0	1.9*	26.5		22.5
274° செ.	53.0	...	48.0	...	54.0	15.0	...	55.0	17.9*	46.0		33.5
300° செ.	60.0	...	54.0	...	...	20.0	...	...	...	54.0		39.0
மொத்த கந்தக எடை %	0.07		0.45		0.2	3.33	1.0	1.036	1.93*	0.08		1.13

அட்டவணை - 1 - தொடர்ச்சி

ரெய்ட் ஆவி அழுத்தம், ப. ச. அ	4.6	3.4	...	0.2	8.8	2.4	...	8.4	4.0
பாயும் நிலை, செ.	60	30	55	-5	25	...	...	40	< -30
அடியிலுள்ள படியும் நீரும் பருமன் அளவு ./.	0.10	0.10	0.1	0.3	0.3	2.5	...	0.15	0.2
கான்ராட்சன் கார்பன் மீதி எடை ./.	0.79	1.74	...	...	...	...	...	0.52	...
உப்பு (NaCl ஆக) பவுண்டு/1000 புஷல் பேரல் (ib/1000bbl)	4	<0.5	31	0.6	14.0	76.0	—	5.0	78.0
கேசொலின் பருமன் அளவு ./.	35.5	3.20	29.0	6.3	37.8	14.4	1.9	26.1	22.3
கெரோசின் பருமன் அளவு ./.	18.1	12.1	10.1	9.1	...	18.0	16.1	18.9	17.3
டீசல் எரிபொருள் பருமன் அளவு ./.	14.6	38.0	13.8	14.0	...	18.4	10.6	22.9	8.5
வளிமம் எண்ணெய் பருமன் அளவு ./.	28.1	12.6	...	30.7	41.2	22.3	23.3	27.9	31.9
ஆஸ்பால்ட் (அடியிலுள்ள) பருமன் அளவு ./.	3.7	5.3	(47.1)	39.9	20.8	25.7	48.1	4.1	20.0
உலோகங்கள் (வளிம எண்ணெய்களில்) ப. ஒ. மி. (பகுதி ஒரு மில்லியனுக்கு) நிக்கல்	0.06	...	...	...	...	...	0.15	...	...
வெனடியம்	0.08	...	...	...	...	...	<0.1	...	...

* கணக்கிடப்பட்டது

† குறிப்பிடப்பட்ட கொதிக்கும் எல்லையில் ./. அதிகமான

‡ 80 ./. க்கும் மேலாகச் சிதைக்கப்பட்டது.

இக்குறியீடு A.S.T.M. - இன் பெட்ரோலியப் பொருள்களுக்கும் உயவுப் பொருள்களுக்குமான (lubricants) குழு D - 2 வின் சோதனை முறை D 86 இலிருந்து பெற்ற குறிப்புகள்

இக் குறியீடு பொது எண்ணெய்ப் பொருள்கள் நிறுவனத்தின் (Universal oil products company) பெட்ரோலியமும் அதன் பொருள்களுக்குமான V.OP ஆய்வுக் கூடச் சோதனை முறைகளில் எண் 76 ஐக் கொண்ட சோதனையிலிருந்து பெற்ற குறிப்புகள்.

அட்டவணை 2. உலகத்திலுள்ள இயற்கை நில எண்ணெய்களின் பகுப்பாயவு

	அரேபியா	மினாஸ் மத்திய சுமத்திரா, மேற்கு பகுதியிலமைந்த இயற்கை நில எண்ணெய் (Topped)		ப்யூடோமையோ கொலம்பியா		நைஜீரிய வளைகுடா		குலியா வெனிசுவேலா		ஈரான்		குவைத்	
அடர்த்தி அ.பெ.க.	30.0	35.3		35.0		34.7		25.2		36.6		31.5	
காய்ச்சி வடித்தல்	D 86	D 86*	UOP76†	பா	பருமன் அளவு(./.)	*பா	பருமன் அளவு(./.)	வெப்பநிலை‡	பருமன் அளவு(./.)	வெப்பநிலை(./.)	பருமன் அளவு(./.)	வெப்பநிலை	பருமன் அளவு(./.)
தொ.கொ.நி.(தொடக்கக் கொதிநிலை)	77	173	594	IBP 400	34.1	IBP-140	6.3	IBP-122	0.1	IBP-122	1.5	IBP-122	2.8
5./.	160	216	662	400—500	9.3	140-170	1.8	122-167	1.2	122-167	2.8	122-167	2.5
10	213	246	699	500—650	20.3	170-310	16.8	167-212	2.3	167-212	4.5	167-212	3.2
20	287	295	750	650—750	9.0	310-520	26.5	212-257	3.7	212-257	6.3	212-257	4.2
30	...	341	792	750—900	11.4	520-680	19.3	257-302	3.9	257-302	7.1	257-302	4.3
50	330	427	890	900+	17.2	680+	30.9	302-347	4.1	302-347	5.6	302-347	4.5
70	435	497	1042	...	...	...	...	347-392	3.6	347-392	5.4	347-392	4.0
90	452	575	சிதைவுற்றது	...	...	...	...	392-437	3.4	392-437	5.4	392-437	4.0
95	526	619	...	...	...	...	...	437-482	4.7	437-482	5.5	437-482	4.2
இ.நி.(இறுதி நிலை)	526	639	1042†	...	...	...	...	482-527	6.0	482-527	7.4	482-527	5.5
								527-583	2.2	527-583	2.6	527-583	2.6
								583-633	5.1	583-633	6.6	583-633	7.0
								633-687	4.9	633-687	5.6	633-687	4.4
								687-738	5.2	687-738	5.1	687-738	4.8
								738-790	7.3	738-790	5.9	738-790	5.3
./. மீட்கப்பட்டது	...	99.0	72.5	101.3		101.6		57.7		77.3		63.3	
./. எஞ்சியுள்ளது	...	1.0	27.5	...		...		42.1		22.5		34.8	
மொத்தக் கந்தக எடை%	3.05	0.2		0.49		0.16		1.69		1.12		2.62	

அட்டவணை 2 தொடர்ச்சி

ரெய்ட் ஆவி அழுத்தம் ப. ச. அ. அ (பவுண்டு - ஒரு சதுர அங்குலம் - அளவிடப்பட்ட - ப. ச. அ. அ.)	3.8						
பாயும் நிலை பா	-33	0	45	20	<5	5	<5
கேசொலின் பருமன் அளவு %	29.1	11§	34.1	24.9	18.9	32.2	25.5
கெரோசின் பருமன்அளவு %	16.0	16§	9.3	26.5	14.1	18.3	13.7
எரிவாயு எண்ணெய்கள் பருமன் அளவு %	12.5	14§	40.7	19 3			
ஆவியான பிறகு உள்ள மீதிப்பொருள் (residuum) பருமன்அளவு %	42.5	59§	17.2	30.9			
உலோகங்கள், எரிவாயு எண்ணெயிலுள்ளவை ப.ஒ.மி. (பகுதி ஒரு மில்லியனுக்கு) வெனடியம்	0	...	25$	0.7$			
நிக்கல்	0	...	12	5.1$			
இரும்பு	3						
உப்பு, பவுண்டு/1000 புஷல்பேரல்	12	...	சிறிதளவு	5			

* ஆ. கொ. நி. 650° பா வரை

† 650° பா அளவிலும் + அடியிலுள்ளதும்

‡ சுரங்கங்களுக்கான புள்ளி விவரம் சேகரிக்கும் அலுவலகம், ஹெம்பல் (Bureau of mines, Hemple) பருமன்அளவு % குறிப்பிடப்பட்ட வெட்டுப் புள்ளிகளில் (Cut points)

$ மதிப்பிடப்பட்டது

§ இயற்கை நிலை எண்ணெயில்

1973 பொது எண்ணெய்ப் பொருள் நிறுவனத்திலிருந்து பெறப்பட்ட குறிப்புகள்

அர்க்கன் சாஸ், நியூமெக்சிகோ, லூசியானா ஆகிய இடங்களில் எடுக்கப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய்களின் அ. பெ. க அடர்த்திகள் அரபிய, ஈரானிய கொலம்பிய இயற்கை நில எண்ணெய்களைப் போன்றே சரியாக 35க்கும் 40க்கும் இடைப்பட்ட அளவினைக் கொண்டதாகும். காய்ச்சி வடித்தல் (distillation) முறையில் பெறப்பட்ட எண்களுடன் சரிபார்க்கும் போது இந்த இயற்கை நில எண்ணெய்களுடைய கேசொலின் அளவு C (204° செ) வெப்ப நிலைக்குக் கீழாகக் கொதிக்கும் பின்னம் (fraction) பருமன் அளவில் 25./· இலிருந்து 35./· அளவிற்கும் மேலான இடைவெளிகளைக் கொண்டதாய் இருப்பதைக் காணலாம். எடை குறைவான இயற்கை நில எண்ணெய்களின் (light crudes) கெரோசின் பகுதிகள் உயர்ந்து காணப்படுகின்றன. இதனுடன் வேறுபடுத்திக் காணும்போது, வையோமிங்கிலிருந்து பெறப்பட்ட 17.9 அ. பெ. க. அடர்த்தியினைக் கொண்ட புளிப்பான இயற்கை நில எண்ணெய் 6% கேசொலினும், 40·/. ஆஸ்பால்ட்டும் (asphalt) கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். கலிபோர்னியாவில் பெறப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெயில் காய்ச்சி வடித்த பிறகு உள்ள எச்சம் (residuum) அதிக அளவிலும், கேசொலின் சிறிதும் இல்லாமலும் காணப்படுகின்றது.

கந்தகம். (sulphur). பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கம் செய்யும் நிலையத்தில் (refinery) இயற்கை நில எண்ணெயினைக் கையாளுவதைக் கருத்தில் கொள்ளும் போதும் முடிவுற்ற பொருள்களில் கந்தகத்தின் விரும்பத்தகாத விளைவுகளைக் கருத்தில் கொள்ளும் போதும் இயற்கை நில எண்ணெயிலுள்ள கந்தகத்தின் அளவு முதன்மையானதாய் அமைகின்றது. உயர் கந்தகம் கொண்ட இயற்கை நில எண்ணெய்களின் அரிக்கும் தன்மை காரணமாகப் பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கம் செய்யும் நிலையச் சாதனங்களைத் (refinery equipment) தனித்தன்மை வாய்ந்த பொருள்களால் கட்டவேண்டி உள்ளது. கரிப்பின் தன்மை காரணமாயும் (corrosiveness) விலையுயர்ந்த வினையூக்கிகளின் (catalysts) மீது கந்தகம் கொண்ட சேர்மங்களின் விரும்பத்தகாத விளைவுகளின் காரணமாகவும் நிலையத்தின் ஊட்டச்சரக்காகப் (feed stock) பயன்படுத்துவதற்கு முன்னர் அதில் கந்தகத்தை நீக்கம் செய்வது (desulphurization) தேவையாகின்றது.

பயனீட்டாளர் நிலையிலிருந்து நோக்கும்போது சல்ஃப்யூரஸ் கேசொலின் (sulphurous gasoline) அருவெறுப்பான நாற்றத்தைக் கொண்டதாகும். இதனை இனிமையாக்காவிடில், இந்தச் சல்ஃப்யூரஸ் கேசொலின் எரிபொருள் அமைப்பினையும் (fuel system) எந்திரப் பகுதிகளையும் அரிப்பதோடு, இது எரிந்த பின்னர் வளிமண்டலத்தையும் மாசுறச் செய்யும்.

அட்டவணை 1 இலும் 2 இலும் வழங்கப்பட்ட குறிப்புகளில் அடங்கும் மற்ற கூறுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

காய்ச்சி வடித்தல் இடைவெளி. காய்ச்சி வடிக்கும் இடைவெளியில் என்னென்ன பின்னங்கள் (fractions) அடங்குகின்றனவென்றும், ஒவ்வொரு பின்னமும் எவ்வளவு இருக்கின்றது என்றும் காட்டுகின்றன.

பாயும் நிலை (pour point). பொருள் பாயக்கூடிய மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையைப் பாயும் நிலை குறிப்பதாகும். இப்பாயும் நிலையானது எண்ணெயில் உள்ளடங்கிய மெழுகுத் தன்மை (waxiness) பிட்டுமன் (bitumen) ஆகிய உட்கூறுகளைச் சார்ந்ததாகும்.

படிவும், நீரும் (sediment and water). பெட்ரோலியத்திலுள்ள படிவும், நீரும் தூய்மையற்ற பொருளையும் (dirt) மற்ற அயற்பொருளையும் நீரையும் குறிப்பிடுவதாகும்.

உப்பு உட்பொருள் (salt content). உப்பு உட்பொருளானது சாதாரண உப்பாகிய சோடியம் குளோரைடை மட்டும் குறிப்பிடுவதாக அமையவில்லை. ஆனால் இது வழக்கமாகச் சோடியம் குளோரைடாகப் பொருள்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. எஞ்சிய எண்ணெய்களிலும் (residual oils) ஆஸ்பால்ட்டிலும், சேரக்கூடிய விரும்பத்தகாத மூலக்கூறாக இருப்பதாலும் நீர்மப் பாய்வைத் (fluid flow) தடுக்கும் போக்கினைக் கொண்டுள்ளதாலும், உப்பு விரும்பத் தகாததாகும். வெப்பப்படுத்தும்போது சில வகையான உப்புச் சேர்மங்கள் தனிக் கூறுகளாகச் சிதைந்து தூய்மைப்படுத்தும் சாதனங்களின் அரிப்பிற்குக் காரணமாய் அமைவதால் இத்தகைய உப்புச் சேர்மங்கள் விரும்பத் தக்கவாறு அமையவில்லை.

உலோக உட்பொருள் (metals content). வெனடியம் (vanadium), நிக்கல் (nickel) இரும்பு போன்ற பளுவான உலோகங்கள் பளுவான வளிமம் எண்ணெயிலும் (heavier gas oil) காய்ச்சி வடித்த பிறகு எஞ்சியுள்ள பின்னங்களிலும் (residuum fractions) சேரக்கூடிய போக்கினைக் கொண்டதாயிருப்பதால், இவ்வுலோகங்கள் தூய்மைப்படுத்தும் இயக்கங்களில் குறுக்கிடுகின்றன. மேலும் இவ்வுலோகங்கள் வினையூக்கிகளுக்கு ஊறுவிளைவிக்கக் கூடியவையாயும் (poisoning) உள்ளன. உலைகளிலும், கொதிகலனில் எரிக்கும் பெட்டிப் பகுதிகளிலும் (furnaces and boiler fire boxes) வெப்பப்படுத்தப்பட்ட பரப்புகளிலும் படிவுகள் உண்டாவதற்கு இந்தப் பளுவான உலோகங்கள் காரணமாய் இருக்கின்றன. இதன் காரணமாகச் சாதனங்கள் நிலையான குறைபாடுகளுக்கு உட்படுத்தப்படுவதுடன், வெப்பமாற்றுத் திறத்தில் (heat transfer efficiency) குறுக்கிடுவதால் பராமரிப்புச் செலவுகள் கூடுதலாகின்றன.

இயற்கை வளிமம் எண்ணெய்க் களிப்பாறைகள், தார் மணல்கள். இயற்கை வளிமம் அதே நில இயல் அமைப்புகளில் வழக்கமாகக் காணப்படுவதுடன் பெட்ரோலிய இயற்கை நில எண்ணெயுடன் நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்டிருந்தாலும் பெட்ரோலிய இயற்கை நில எண்ணெயின் (crude petroleum) ஒரு கூறாக (component) அவ் வளிமம் வழக்கமாக வரையறுக்கப்படுவதில்லை. எவ்வாறிருப்பினும், பேரளவு இயற்கை வளிமக் கிணறுகள், உற்பத்தியாக்கம் செய்யும் எண்ணெய்க் கிணறுகளுடன் தொடர்புடையவையாய் அமையவில்லை. (காண்க, ஆற்றல், இயற்கை வளிம) எண்ணெய்க்களிப்பாறைகளிலிருந்து பெறக்கூடிய எண்ணெய்கள் உண்மையான பெட்ரோலியமாக இருப்பதில்லை. ஆனால் இவற்றினைத் தனித்தன்மைவாய்ந்த வேதியியல் முறைகளுக்கு உட்படுத்தியதும் அவை பெட்ரோலியம் போன்ற பொருள்களை வழங்குகின்றன. எண்ணெய்க் களிப்பாறைகள் எண்ணெய்ப் படிவுப் பாறைகளாகும். இவை கெரோஜன் (kerogen) என்ற பிட்டுமன் இயல்புப் பொருளை (bituminous substance) உயர் அளவிலும், 30 முதல் 60 விழுக்காடு கரிமப்பொருளையும் (organic matter) நிலைத்த கார்பனையும் (fixed carbon) கொண்டுள்ளன. கெரோஜனானது, ஒரு குறிப்பிட்ட வேதியியற் சேர்மமாக (chemical compound) இல்லாவிடினும், செறிகலனில் காற்று நீக்கிய பின் வெப்பப்படுத்தும்போது எண்ணெய்ப் பொருளை வழங்குகின்றது. சாதாரண கரைப்பான்களுடன் எண்ணெய்க் களிப்பாறையைக் கரைத்துப் பிரித்தெடுக்கும்போது எண்ணெய் கிடைப்பதில்லை. மேலும் எண்ணெய்க்களிப்பாறை (oil shale) கரைப்பான்களுடன் கரையும் திறன் குறைவானதாகும். இச்சான்றே வேதியியல் மாற்றத்தினால் எண்ணெய் விளைகின்றதென்று துணியத் துணையாகின்றது. அதாவது கெரோஜனை ஆக்கம் செய்யும் மூலக் கூறுகளை வெப்பத்தினால் சிதைக்கும் வேதியியல் மாற்றத்திற்கு உட்படுத்தும்போது எண்ணெய் உண்டாகின்றது என்பது உறுதியாகிறது.

பெட்ரோலியத் தொழிலில் மரபுமுறைப் பெட்ரோலியம் ஆக்கம் செய்யும் தொழில் நுட்பத்தில் (conventional production techniques) கிணற்றின் வழியாக ஆக்கம் செய்யாத மிகவும் பளுவான பிசுப்புத் தன்மை வாய்ந்த இயற்கை நில எண்ணெய் செறிவுற்ற மணற்பாறைத் தேக்கங்களை (sand stone reservoirs) விவரிப்பதற்குத் தார்மணல்கள் (tar sands) என்ற சொற்றொடர் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பிட்டுமன் கொண்ட மணல்களும் எண்ணெய் மணல்களும் (bituminous sands and oil sands) என்ற மற்ற இரு சொற்றொடர்கள் வழக்கத்தில் இருந்து வருகின்றன. தார்மணல்களுடன் (tar sands) செறிவூட்டம் பெற்ற பளுவான பிசுப்புத் தன்மையான பெட்ரோலியப் பொருள்கள் (viscous petroleum substances) ஆஸ்ப்பால்ட்டு உள்ள எண்ணெய்கள் (asphaltic oils) என வழங்கப்படுகின்றன.

பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளங்கள். பெட்ரோலியம் இயற்கை வளிமம் போன்ற பெரும் இயற்கை மூல வளக் கையிருப்புக்களைக் கவனத்தில் கொண்டு, குறிப்புக்களைத் தொகுத்து வழங்கும்போது இத்தகைய பொருள்கள் பேரளவிலான நிலப் பரப்புக்களுடனும் நில இயல் கட்டமைப்புகளுடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளன என்பதை மிகைப்படுத்திக் கூறுவது தேவையற்றதாகும். மேலும் இத்தகைய இயற்கை மூல வளங்கள் கிடைக்கும் நிகழ்ச்சியினை, ஒரு சேமிப்புக்கிடங்கில் விற்பனைப் பொருட்களை விரிவாகக் கணக்கெடுத்துப் பட்டியலிடுவது போன்று கணக்கெடுக்க இயலுவதில்லை. இத்தகைய குறிப்புகளைக் கொண்டு, நிலைத்துத் தோன்றக் கூடிய செய்திகளை மக்களிடையே வெளியிடும்போது, அதிலும் கணிபொறியின் வழியாக அத்தகவல்கள், பிழையின்றி நிறைவளிக்கும் வகையில் வெளியிடும் போது, அச்செய்திகள் மக்கள் மனத்தில் ஆழ்ந்த உணர்ச்சியைத் தூண்டும். ஆனால் இச் செய்திகளை வெளியிடுபவர், இத்தகைய கையிருப்பு வளங்களைப் பற்றிய குறிப்புகள், உண்மையிலேயே மதிப்பீட்டு விவரங்களே என்பதை மறந்து விடக்கூடாது. மேலும் இத்தகைய விவரங்களைக் கொண்டு திட்டங்களை மேற்கொள்ளும் போது, கையிருப்பு வளங்களைப் பற்றிய குறிப்புக்கள் விரிவாக எடுத்து வழங்கினாலும், அவை ஏறத்தாழ உண்மையான அளவுகளாக இருக்குமேயன்றி, மிகச் சரியான அளவுகளாக ஒருபோதும் இரா என்பதைத் தொடர்ந்து நினைவில் கொள்ளவேண்டும்.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளங்கள். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் பெட்ரோலியத் தொழிற்சாலைகளும், பொது மக்களும், இயற்கை நில எண்ணெய்க் கையிருப்பு வளங்களைப் பற்றிய தகவல்களின் தேவையைப் பற்றி நன்கு அறிவார்கள். 1915 ஆம் ஆண்டு இரால்ஃப் ஆர்னால்டு என்பவர், இயற்கை நிலஎண்ணெயின் கையிருப்பு வளங்களைப் பற்றி மதிப்பீடு ஒன்றைத் தயாரித்தார். 1916 ஆம் ஆண்டிலும் 1919ஆம் ஆண்டிலும், இது போன்ற மதிப்பீடுகள் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் நிலஇயல் அளக்கைத் துறை (U. S. Geological Survey) தயாரித்தது. 1922 ஆம் ஆண்டிற்கு இயற்கை நிலஎண்ணெயின் கையிருப்பு வளத்தினை அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் நில இயல் அளக்கைத் துறையும், அமெரிக்க நாட்டின் பெட்ரோலிய நிலஇயல் வல்லுநர்களின் கழகமும் (American Association of Petroleum Geologists) கூட்டாகத் தயாரித்தன. 1925ஆம் ஆண்டில் இயற்கை நில எண்ணெய் வளத்தின் மதிப்பீடு அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தினரால் (American Petroleum Institute) தயாரிக்கப்பட்டது.

1927, 1933 ஆம் ஆண்டுகளுக்கான மதிப்பீடுகள் எண்ணெய்ப் பாதுகாப்பிற்கான கூட்டிணைந்த குழுவினரால் (Federal Oil Conservation Board) தயாரிக்கப்பட்டன. 1936 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு தொழிற்சாலையைச் சார்ந்த தொழில் நுட்பப் பிரிவினரால் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளங்கள் ஆண்டு அடிப்படையில் முறையாக மறு ஆய்வு செய்யப்பட்டுத் தெரிவிக்கப் பட்டுள்ளன. தொடக்கத்தில் அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தின் பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளத்திற்கானகுழு, இத்தகைய மதிப்பீடுகளைத் தயாரித்தது. இத்தகைய மதிப்பீடுகள், இயற்கை நில எண்ணெய்க் கையிருப்பு வளத்திற்கும் எண்ணெய் வயல்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு வடிக்கப்பட்ட பொருளைப் பெறுவதற்கான அனுபவ உரிமை அளிக்கும் ஒப்பந்தக் கட்டுப்பாட்டு முறையிலமைந்த இடங்களுக்கும் (lease condensate) மட்டுமே உரியவாக அமைந்தன. 1966 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தின் குழுவின் பெயர், கையிருப்பு வளங்களுக்கும் ஆக்க அளவிற்கும் ஆன குழு (Committee on Reserves and Productive Capacity) என்று மாற்றியமைக்கப்பட்டது. நிரூபிக்கப்பட்ட கையிருப்பு வளங்களைச் சார்ந்து அக்குழுவின் பணி தொடர்வதோடல்லாமல், பேரளவுத் துணைக் குறிப்புகளை உருவாக்குவதும், அக்குழுவின் பொறுப்பாக்கப்பட்டது. இக்குழுவானது, மாவட்டத் துணைக் குழுக்களின் வழியாக இயங்கி, கையிருப்பு வளங்களுக்கான மதிப்பீடுகளையும் ஆக்க அளவினையும் தீர்மானிப்பதை முதன்மையான பொறுப்பாக மேற்கொண்டது. துணைக் குழுக்களுடன் இக்குழுவானது தனது பொறுப்புகளை நிறைவேற்றும்போது, நேரடியாகவோ இணைந்து செயல்படுவதன் வழியாகவோ, தக்க அறிவினைப் பெற்ற தனி நபர்களுக்கு, குறிப்பிடத்தக்க அளவினைக் கொண்ட வயல்களை அவர் கட்குப் பங்கிட்டுக் கொடுப்பதற்குத் தனித்தன்மை வாய்ந்த முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது. இதனுடன் துணைக் குழுவானது தேர்ந்தெடுத்த பல வயல்களை, அதனுடைய உறுப்பினர்களுக்கு வழங்கும்.

அட்டவணை 3 இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் இயற்கை நில எண்ணெயின் மதிப்பிடப்பட்ட கையிருப்பு நிரூபிக்கப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள் (estimated proved reserves) வழங்கப் பட்டுள்ளன. மதிப்பிடப்பட்ட கையிருப்பு வளங்களில், சரியாக மூன்றில் ஒரு பங்கு டெக்சாஸ் மாநிலம் கொண்டுள்ளது. கையிருப்பு வளங்களில் அலாஸ்க்கா 4 இல், 1 பங்கினைக் கொண்டுள்ளது. டெக்சாஸ், அலாஸ்க்கா ஆகிய இவ்விரண்டினையும் சேர்த்துக் கணக்கிடும்போது இவை, பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளத்தில் 60 விழுக்காட்டுக்கும் மேலாகக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். லூசியானா, கலிபோர்னியா, ஒக்லஹாமா, வையோமிங் ஆகிய இடங்

அட்டவணை 3. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் உள்ள இயற்கை நில எண்ணெயின் மதிப்பிடப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள்.

(42 அ. ஒ.நா. காலன்களைக் கொண்ட பீப்பாய்கள், ஆயிரங்களில்)

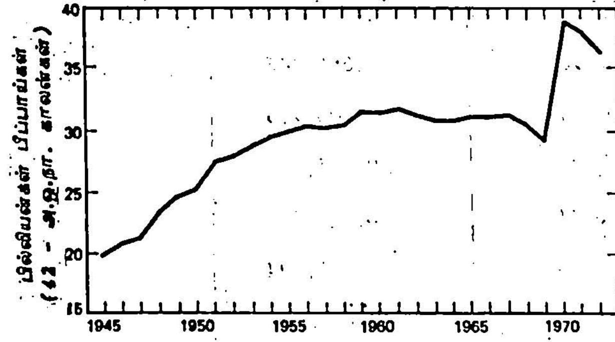
மாநிலம்	நிரூபிக்கப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள்
அலபாமா	56,734
அலாஸ்க்கா	10,096,282
அர்கான்சாஸ்	113,100
கலிபோர்னியா	3,553,735
கொலராடோ	326,411
பிளாரிடா	208,149
இலினாய்ஸ்	174,883
இண்டியானா	29,383
கான்சாஸ்	453,394
கெண்டகி	48,193
லூசியானா	5,028,478
மிச்சிகன்	62,002
மிசிசிபி	312,458
மான்ட்டனா	241,248
நெப்ராஸ்க்கா	30,553
நியூ மெக்சிகோ	582,593
நியூயார்க்	9,246
வடக்கு டக்கோட்டா	166,033
ஒஹியோ	127,385
ஒக்லஹாமா	1,303,004
பென்சில்வானியா	37,345
டெக்சாஸ்	12,144,057
உட்டா	244,397
மேற்கு வர்ஜீனியா	34,040
வையோமிங்	949,779
பலவேறுவகைகள்[அ]	6,526
மொத்தம் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	36,339,408

ஆதாரம்: அ.பெ.க. அறிக்கை புத்தகம் 27 (மே 1973)

அ — இவற்றில், அரிசோனா, மிசௌரி, நெவாடா, தெற்கு டக்கோட்டா, டெனசி, வர்ஜீனியா ஆகியன அடங்கும்.

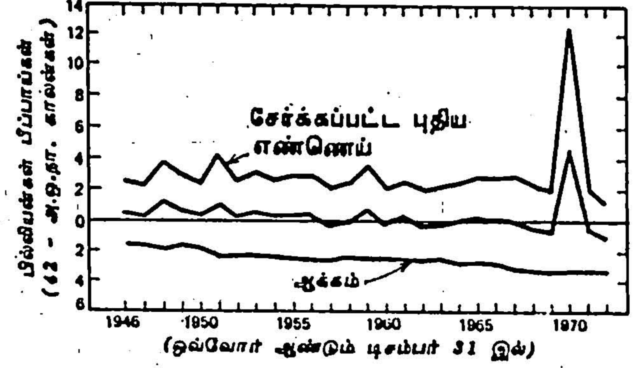
களிலுள்ள பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளங்களைக் கருத்தில் கொண்டு இதனுடன் மேற்கூறிய இரு மாநிலங்களிலுள்ள கையிருப்பு வளங்களைச் சேர்க்கும்போது, இவையாவும் மொத்தக் கையிருப்பு வளத்தில் 92 விழுக்காடு இருக்கும். இதனை விரிவாக எடுத்துரைக்கும்போது, பல மாநிலங்களில், பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளங்கள் இருந்தபோதிலும், 19 விழுக்காடு மாநிலங்கள் மட்டுமே மொத்தக் கையிருப்பு வளத்தில் 92 விழுக்காட்டைக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம்.

பெட்ரோலிய மூல வளங்கள் கண்டுபிடிப்புகளைப் படம் 1 காட்டுகிறது. 1945 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு 1972 ஆம் ஆண்டுவரையில், ஆக்கத்தையும், கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புதிய கையிருப்பு வளத்தையும் ஒன்று சேர்த்துப் படம் 2 காட்டுகிறது.



படம் 1. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் இயற்கை நில எண்ணெயில் நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள் (1945-1972)

தேக்கப் பாறையின் நிலஇயல் காலத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு, இயற்கை நில எண்ணெய்ப் பரவல் மதிப்பிடப்பட்ட அறுதி மீட்சியளவாக (estimated ultimate recovery) தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது. (அதாவது பெட்ரோலியம் ஆக்கம் செய்யும் வயல்களிலிருந்தும் மற்றும் வெறுமையாக்கப்பட்ட வயல்களிலிருந்தும் ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட ஆக்கத்துடன் மீதமுள்ள நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வளங்களுடன் சேர்ந்தவை மேலும் தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயின் மதிப்பிடப்பட்ட அளவுடன், மதிப்பிடப்பட்ட இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவு தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளது. இக்குறிப்புகள் அட்டவணை 4 இல் சுருங்கக் கூறப்பட்டுள்ளது. தேக்கங்களைத் தனித் தனியாக மறு ஆய்வு செய்து எண்ணெயின் தோற்றம் இயன்ற வரையில் வகைப்



படம் 2. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் இயற்கை நில எண்ணெய் ஆக்கம் (1945-1972)

படுத்தப்பட்டுள்ளது. பல்வேறுபட்ட வகையான தேக்கங்களுடன் ஒரு தனித்த தேக்கமானது இணைந்திருக்கும்போது, பல தேக்கங்களின் ஒன்றிணைந்த ஆக்கத்தினைக் கொண்டு தனித்தனியாக ஒவ்வொரு தேக்கத்திற்கும் இவ்வளவு என்று கண்டறிய இயலுவதில்லை. அப்போது அ. பெ. க. இன் மாவட்டத் துணைக்குழு கீழ்க் கண்டவாறு தீர்மானிக்கின்றது. (1) பல்வேறுபட்ட வகையான தேக்கங்களுக்கு பெட்ரோலிய ஆக்க மதிப்பீடுகளையும், தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெய் அளவையும், மேலும் இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவையும் ஒவ்வொரு தேக்கத்திற்கும் இவ்வளவு என்று பிரித்து ஒதுக்கீடு செய்கின்றது. அல்லது (2) வயலிலிருந்து இறுதியான மீட்சியை மிக்க அளவில் செய்யும் வகையைச் சார்ந்த வயல்களுக்கு இம்மதிப்பீடுகள் யாவும் வழங்கப்படுகின்றன. அவ்வப்போது கால இடைவெளிகளில், தேக்கங்களைப் பற்றி அவற்றின் காலம், தேக்கப்பாறை ஆய்வியல் அடைப்பின் வகை ஆகியன பற்றிப் புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்ட தகவல்கள் ஏற்கனவே வெளியிட்ட குறிப்புகளில் சிற்சில மாறுதல்களைச் செய்யும். எப்படியிருப்பினும், வருடாந்திரச் சரிபார்க்கும் செயலின் போது தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயின் மதிப்பீடும் இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவின் மதிப்பீடும் மாற்றம் அடைந்திருப்பதைக் காணலாம். அடைப்பின் வகையைச் சார்ந்து (type of entrapment) குறிப்புகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. காண்க, அட்டவணை 5. மேலும் தேக்கப் பாறை ஆய்வியல் (reservoir lithology) வகையைச் சார்ந்து குறிப்புகள் அட்டவணை 6 இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், தொடக்கநிலைத் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயும், தேக்கங்களில் இறுதியாக மீட்கத்தக்க இயற்கை நில எண்ணெயும், தேக்கத்தின் நிலயியற் கால அடிப்படையில் கூறப்பட்டுள்ளன. (42 ஐ.அ.ஒ.நா. கேலன்களைக் கொண்ட பீப்பாய்கள், ஆயிரங்களில்)

காலம்	தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெய் மதிப்பிடப் பட்ட அளவு	மதிப்பிடப்பட்ட இறுதியாக மீட்கத் தக்க அளவு
புத்துயரூழி (மொத்தம்)	146,999,943	50,072,659
குவார்டனரி (மொத்தம்)	**6,293,212**	**1,219,363**
பிளிஸ்ட்டோசீன்	6,293,212	1,219,363
டெர்ஷியரி (மொத்தம்)	**140,706,731**	**48,853,296**
பிளயோசீன்	33,367,835	9,560,043
மையோசீன்	68,020,957	23,103,383
ஒலிகோசீன்	23,206,544	10,261,268
இயோசீன்	15,908,831	5,870,398
பேலியோசீன்	202,564	58,204
இடையுயிரூழி (மொத்தம்)	**70,106,878**	**27,423,744**
கிரிட்டசியஸ்	41,732,522	16,483,849
ஜுராசிக்	4,122,563	1,258,113
டிரையாசிக்	24,251,793	9,681,782
தொல்லுயிரூழி	**216,931,377**	**58,756,647**
பெர்மியன்	76,583,144	18,162,906
பென்சில்வேனியன்	67,225,912	19,906,465
மிசிசிப்பியன்	20,575,792	5,903,942
டெவோனியன்	15,967,970	3,994,239
சைலூரியன்	5,828,555	1,288,843
ஆர்டோவிசியன்	30,160,971	9,337,491
கேம்பிரியன்	589,033	162,761
மொத்தம்	434,038,198	136,253,050

அட்டவணை 5, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் முதலில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயும் (மதிப்பிடப் பட்டது) தேக்கங்களில், இறுதியாக மீட்கத்தக்க இயற்கை நில எண்ணெயும், அடைப்பின் வகையைச் சார்ந்து. (42 அ. ஒ. நா. காலன்களைக் கொண்ட பீப்பாய், ஆயிரங்களில்)

மாநிலம்	தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்திலிருந்த எண்ணெய், மதிப்பிடப்பட்டது.		மதிப்பிடப்பட்ட இறுதியானமீட்பு	
	கட்டமைப்புச் சார்ந்தது	அடுக்கியற் படிவு	கட்டமைப்புச் சார்ந்தது	அடுக்கியற் படிவு
அலபாமா	677,074	6,432	188,078	1,183
அலாஸ்க்கா	26,987,000	1,540	10,563,500	154
அர்கான்சாஸ்	3,929,187	307,744	1,336,580	115,984
கலிபோர்னியாஅ	69,259,514	12,630,657	16,671,296	2,977,332
கொலராடோ	2,937,695	1,230,968	991,126	341,610
பிளாரிடா	972,146	56,200	231,206	17,645
இலினாய்ஸ்	5,137,906	3,710,033	2,022,065	1,092,450
இன்டியானா	146,630	1,403,390	32,028	432,475
கான்சாஸ்	6,014,975	8,846,210	2,033,803	2,852,456
கென்டகி	298,551	1,708,373	101,693	549,063
லூசியானாஅ	32,764,518	5,000,020	16,562,241	969,939
மிச்சிகன்	1,375,575	743,704	475,616	199,301
மிசிசிபி	3,976,979	628,490	1,451,379	223,276
மான்ட்டனா	3,008,426	1,706,723	660,198	371,394
நெப்ராஸ்க்கா	81,617	1,204,000	23,527	340,974
நியூமெக்சிகோ	7,962,197	6,919,106	1,810,453	1,638,407
நியூயார்க்	—	1,116,739	—	233,088
வடக்கு டக்கோட்டா	1,567,552	720,738	413,111	147,956
ஒஹியோ	587,477	6,171,200	88,192	824,576
ஒக்லஹாமா	16,140,139	21,077,584	5,646,149	6,322,683
பென்சில்வேனியா	—	6,607,167	—	1,313,975
டெக்சாஸ்அ	74,057,132	73,206,891	26,391,775	21,769,283
உடா	333,587	2,885,995	92,963	590,920
மேற்கு வர்ஜீனியா	—	2,569,366	—	539,015
வையோமிங்	11,291,906	3,927,649	3,582,224	968,649
பலவேறுவகைகள்அ	41,456	104,320	7,907	22,152
மொத்தம் அ.ஒ.நா.	269,549,959	164,488,239	91,377,110	44,875,940

ஆதாரம் அ.பெ.க. அறிக்கை புத்தகம்-27. (மே, 1973)

அ. கடற்கரையிலிருந்து சற்றுத் தூரத்தில் கடலில் உள்ள கையிருப்பு வளங்களையும் அடக்கியது.
டெக்சாஸ், லூசியானாவுடன் மெக்சிகோ வளைகுடாவும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

அ. அரிசோனா, மிசௌரி, நெவாடா, தெற்கு டகோடா, டென்னசி, வர்ஜீனியா, வாஷின்டன் சேர்ந்தன.

அட்டவணை 6. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்தஎண்ணெய் (மதிப்பிடப் பட்டது) மற்றும் தேக்கங்களில் இறுதியாக மீட்கத் தக்க இயற்கை நில எண்ணெய் தேக்கப்பாறை ஆய்வியல் வழியாக (42 அ.ஒ.நா. காலன்களைக் கொண்ட பீப்பாய்கள், ஆயிரங்களில்)

மாநிலம்	தொடக்கத் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெய் மதிப்பிடப்பட்டது			மதிப்பிடப்பட்ட இறுதியான மீட்சி		
	மணற்பாறை	கார்பனேட்டுப் பாறை	மற்ற	மணற்பாறை	கார்பனேட்டுப் பாறை	மற்ற
அலபாமா	547,767	135,739	—	169.652	19,609	—
அலாஸ்கா	26,987,000	—	1,540	10,563,500	—	154
அர்கான்சாஸ்	3,139,204	1,097,727	—	1,054,986	397,578	—
கலிபோர்னியாஅ	78,559,051	—	3,331,120	18,989,892	—	658,736
கொலராடோ	3,930,154	109,645	128,864	1,289,374	23,083	20,279
பிளாரிடா	—	1,028,346	—	—	248,851	—
இலினாய்ஸ்	6,421,946	2,425,993	—	2,312,087	802,428	—
இண்டியானா	716,801	833,219	—	284,578	179,925	—
கான்சாஸ்	4,158,080	10,697,399	5,706	1,479,728	3,405,514	1,017
கெண்டகி	1,110,463	896,461	—	373,322	277,424	—
லூசியானாஅ	33,365,788	4,398,750	—	16,896,018	636,162	—
மிச்சிகன்	7,882	2,111,397	—	2,298	672,619	—
மிசிசிபி	4,200,894	351,874	52,701	1,561,195	88,633	24,827
மான்ட்டனா	2,242,904	2,472,235	10	558,111	473,475	6
நெப்ராஸ்க்கா	1,191,745	93,872	—	337,432	27,069	—
நியூமெக்சிகோ	3,420,081	11,305,822	156,120	669,343	2,759,424	20,903
நியூயார்க்	1,116,739	—	—	233,088		
வடக்கு டக்கோட்டா	216,710	2,071,580		39,737	521,330	—
ஓஹியோ	2,913,927	3,840,250	4,500	436,706	475,61	450
ஒக்லஹாமா	32,708,016	4,508,527	1,180	10,927,280	1,041,449	103
பென்சில்வேனியா	6,607,167	—	—	1,313,975	—	—
டெக்சாஸ்அ	77,577,954	68,832,600	853,469	28,243,054	19,742,574	175,430
உட்டா	1,705,647	1,471,470	39,465	276,459	402,646	4,778
மேற்கு வர்ஜீனியா	2,556,646	11,490	1,230	537,385	1,460	150
வையோமிங்	10,937,989	4,106,933	174,633	3,560,489	997,476	12,908
பல்வேறு வகைகள்ஆ	11,620	84,156	50,000	2,060	12,999	15,000
மொத்தம்-அ.ஒ.நா.	306,352,175	122,885,485	4,800,538	102,111,759	33,207,360	933,931

ஆதாரம். அ.பெ.க. அறிக்கை புத்தகம் 27 (மே 1973)

அ. கடற்கரையிலிருந்து சற்றுத் தூரத்தில் கடலில் உள்ள கையிருப்பு வளங்களையும் அடக்கியது. டெக்சாஸ், லூசியானாவுடன், மெக்சிகோ வளைகுடாவும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

ஆ. அரிசோனா, மிசௌரி, நெவாடா, தெற்கு டக்கோட்டா, டென்னசி, வர்ஜீனியா, வாஷிங்டன் சேர்ந்தன.

சொற்றொடர்களின் பொருள் விளக்கங்கள்

மணற்பாறை. மணற்பாறை என்பது படிவுப் பாறையாகும். இப் படிவுப் பாறையானது குவார்ட்டின் மணிகளையோ (quartz grains) அல்லது மற்ற கார்பனேட்டு அல்லாத கனிமப் பொருள்களையோ (non carbonate mineral) பாறைத் துண்டுத் துணுக்குகளையோ (rock debris) முதன்மை உட்கூறாகக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய தேக்க வகையில் கெட்டியாக்கப்படாத மணலும் (unconsolidated sand) மணற்பாறையும் (sandstone) சேறாகப் படிவுற்று உருவாக்கப்பட்ட பாறையும் (silt stone) உருண்டையான கூழாங்கற்களும் மணலும் சேர்ந்து உருவான கலவைப் பாறை வகையும் (arkose gray wacke) களிம நுண்பொடிகள் மிகுதியான மணற் பாறைவகையும் (arkose) நீரினால் அடித்துக் கொண்டு போகப்பட்ட கிரானைட்டுப் பாறை வகையும் (granite wash) கூழாங்கற்கள் இணைந்து திரண்டு உருவான உருள் திரளையும் பாறையும் (conglomerate) படிவுப் பாறையான சுண்ணக் கூழாங்கற் கலவைப் பாறையும் (sedimentary breccia) அடங்கும்.

கார்பனேட்டுப் பாறை. கார்பனேட்டுப் பாறை ஒரு படிவுப்பாறையாகும். இப் படிவுப் பாறை சுண்ணாம்புக் கல்லையோ (calcite limestone) அல்லது டோலமைட்டையோ (dolomite) முதன்மைக் கூறாகக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். பழம் பாறைகளின் உடைந்த துண்டுகளாலான கார்பனேட்டுகள் (clastic carbonates) இந்த வகையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

மணற் பாறைக் கார்பனேட்டுப் பாறை வகையைச் சார்ந்த விளக்கங்களில் அடங்காத எல்லாத் தேக்கங்களும் மற்றவை (other) என்பதில் அடங்கும். மற்றவை என்ற இனத்தில் எரிமலை செயற்படுவதனால் உண்டான அனற் பாறைகளும் (igneous rocks) உருமாற்றப் பாறைகளும் (metamorphic rocks) மற்றும் சில வகைப் படிவுப் பாறைகளும் (sedimentary rocks) [அதாவது முறிவுற்ற எண்ணெய்க் களிப் பாறையும் சக்கிமுக்கிக் கல்போன்ற படிகக் கல்லான செர்ட்டும் (fractured shale and chert) அடங்கும்.

கட்டமைப்பைச் சார்ந்த அடைப்பு. கட்டமைப்பின் குலைவு காரணமாகவும் (structural deformation) மற்றும்/அல்லது நீர்ம இயக்க விசைகளின் (hydrodynamic forces) காரணமாகவும், மூடுதல் (closure) ஏற்படுவதனால், தேக்கப் பாறையிலுள்ள நீர்ம ஹைட்ரோக் கார்பன்களுடைய இடப்பெயர்ச்சி நின்றுபோய் அடைப்பு உண்டாகின்றது.

வளைகுடாக் கடற்கரையில் துளைத்து உட்சென்று உண்டாக்கப்பட்ட உப்புக் குவி மட்டத் தேக்கங்கள் (salt dome reservoirs) இந்த வகையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

அடுக்கியற் படிவு அடைப்பு (stratigraphic entrapment). இத்தகைய அடைப்பில் நீர்ம ஹைட்ரோக் கார்பன்களின் இடப்பெயர்ச்சி கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் நின்றுபோய் உள்ளது. அவையாவன (அ) முனை மழுக்கப்பட்டதாலோ படிவுறாமையினாலோ (truncation or nondeposition) தேக்கப்பாறை நெரிப்பு உறுகின்றது அல்லது (ஆ) தேக்கப் பாறையின் குறைந்த ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பு உள்ள சுழற் கூறுகளின் மாற்றம் (facies change) நெரிப்புச் (pinch out) சுழற் கூறுகளின் மாற்றத்தினால் ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் இடம் பெயர்தலுக்குத் தடை தருகின்றது. மேலும் கட்டமைப்புக் கூறுகள் அடைப்பிற்கான மீதமுள்ள மூடுதலை வழங்குகின்றன. இவ்விருவகை அடைப்புக்களும் உள்ள பல தேக்கங்களைக் கொண்ட வயல்களில் இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவுள்ள மதிப்பீடுகளும் (Istimates of ultimate recovery) தொடக்கத் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயின் மதிப்பீடுகளும், உரிய வகையைச் சார்ந்த ஒவ்வொரு தனித்தனித் தேக்கத்திற்கும் ஒதுக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய வகைகளில், வேறுபட்ட வகையைச் சார்ந்த அடைப்புகளில், ஆக்கத்தினைத் தனித்தனியாகக் கண்டுகொள்ள இயலாமற் போகும் போது ஒருங்கிணைந்த தேக்கங்களுக்கான இறுதியான மீட்கத் தக்க அளவும் முதலில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயின் அளவும், பேரளவு இறுதியான மீட்சியை வழங்கும் வகைக்கு ஒதுக்கீடு செய்யப்படுகின்றன.

இயற்கை நில எண்ணெய். வெளியிடப்பட்ட கையிருப்பு வளங்களில் இயற்கை நில எண்ணெய் இயற்கையான நிலத்தடித் தேக்கங்களில் நீர்ம நிலையில் இருக்கும் ஹைட்ரோக் கார்பன்களின் கலப்பு என்றும் தரையில் பிரித்தெடுக்கும் அமைப்புகள் வழியாகச் சென்ற பின்னர் வளி மண்டல அழுத்தத்தில் நீர்மமாக இருக்கும் பொருள் என்றும் தொழில் நுட்பவியலாக இயற்கை நில எண்ணெய் வரையறை செய்யப்படுகின்றது. புள்ளி விவரத் தொகுப்பு முறையில் இயற்கை நில எண்ணெயின் பருமன் அளவாகக் குறிப்பிடுவதில் கீழ்க் கண்டவை அடங்கும்.

(அ) தொழில்நுட்பவியலாக நீர்மமாக வரையறை செய்யப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய், (ஆ) இயற்கையான நிலத்தடித் தேக்கங்களில் வளிம நிலையில் இருக்கும் சிறிய அளவுகளிலான ஹைட்ரோக் கார்பன்கள் ஆனால் எண்ணெய் அதிர்ச்சி இழப்புகள் நுழைவாயிற் கதவுப் பகுதியில் மிகக் குறைந்த அளவில் குறைக்கப்படுகின்றன. நுழைவாயிற் கதவு இறுக்கமாக அமையாமல், பல அணிந்த பகுதிகளைக் கொண்டும் வெண்கல உள்வரியால் ஆக்கப்பட்டும் பசை எண்ணெய்ப் பொருளால் பூசப்பட்டும் உள்ளது.

பெல்ட்டன் சக்கரமானது (pelton wheel) திண்ம அல்லது திறந்த வட்டவடிவமான பொருளாகும்.

இதனுடைய விளிம்பில், வாளிகள் இணைக்கப்பட்டு அதன் மீது நிலை மூக்குக்குழலிலிருந்து (stationary nozzle) நீர்த் தாரை (jet) கொட்டப்படுகின்றது. கிடைநிலை அச்சுத் தண்டு (horizontal shaft) வழக்கமாக அமைக்கப் படுவதாகும். ஆனால் குத்துநிலை அச்சுத் தண்டு (vertical shaft) அமைப்பினைக் கொண்ட தொகுதிகள் இயக்கத்தில் உள்ளன. குத்துநிலை அமைப்பினைப் பயன்படுத்துவதன் நன்மை யாதெனில், வாளிகள் மீது ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட நீர்த்தாரைகளைக் கொட்ட வைக்கலாம். இத்தகைய அமைப்பு இயங்குதிறன் இழப்பிற்குக் கொண்டு செல்கின்றது. தாங்கியின் (bearing) மீது பெல்ட்டன் சக்கரம் நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றது. கூடுதல் கொள்ளளவிற்காக அதே மின் ஆக்கிக்கு இரண்டுச் சக்கரங்கள் அடிக்கடி அமைக்கப்படுகின்றன. வாளிகளிலிருந்து நீர்த் தாரையினைத் திருப்பியோ வாளி நீர்த் தாரை ஆகிய இரண்டையும் திருப்பியோ, நீர்த்தாரையில் நீரின் அளவினைக் குறைந்து மாறும் திறன் தேவைகள் (variable power demand) நிறைவேற்றப்படுகின்றன. இவ்வகையைச் சார்ந்த சில சுழலிகளில் முதன்மை நீர்த்தாரைகள் மூடியவுடன், இடர் காப்புதவி நீர்த்தாரைகள் (relief jet) திறப்பதற்கேற்றவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் பின்னர் உயரழுத்தக் குழாயில் மிகுந்த அளவில் உண்டாகும் அழுத்த உயர்வினைத் தடுக்க ஓர் ஒடுக்கக் கலன் (dash pot) இடர் காப்பு நீர்த்தாரையினை மெதுவாக மூடுகின்றது. மேற்கண்ட அதே நிலையினைச் சுமை இழப்பிற்குப் பின்னர், சக்கரத்திலிருந்து நீர்த்தாரையினைத் திருப்பியும் பின்னர் நீர்த்தாரையினைக் கட்டுப்படுத்தும் கட்டுப்பாட்டிதழினை மெதுவாக மூடியும் பெறலாம்.

இழுப்புக்குழாய் (draft tube). வெளிவழியாக விரவுதல் அறையினைத் (diffusing chamber) தக்கவாறு பயன்படுத்திப் பெரிய அளவிலான திறனை மீட்க இயலாமற் போகும் போது, நீரியற் சுழலிகள் மிக்க வேகத்தில் நீரினை வெளியேற்றுகின்றன. விரவுதலுக்கான அறை அல்லது குழாய் இழுப்புக் குழாய் எனப்படும். இத்தகைய இழுப்புக் குழாய்கள் வேறுபட்ட வகைகளில் கிடைக்கின்றன. எவ்வாறிருப்பினும் சுழலியை விட்டுச்செல்லும் கிணற்றிலிருந்து மூடிய உறைத் தலைப்பகுதி (casing head) எடுக்கப்பட்ட பின்னர், பிரிக்கும் அமைப்புகளில் வளிமத்தையும் எண்ணெயையும் பிரித்தெடுத்துப் பின்னர் வளிமண்டல அழுத்தத்தில் நீர்மமாக இருக்கும் எண்ணெயும் எண்ணெயுடன் வெளிவரும் சிறிய அளவு ஹைடிரோக் கார்பன்கள் அல்லாதனவும் ஆகும். (ஆ) இல் குறிப்பிட்டுள்ள நீர்மங்கள் தொழில் நுட்ப நிலையில் செறிபொருள் (condensate) என வழங்கப்படுகின்றது. எவ்வாறிருப்பினும் இவை யாவும் இயற்கை நில எண்ணெய்ப் பாய்வில் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. மேலும் இவற்றின் பருமன் அளவை தனித்தனியாக அளவிட்டுத் தெரிவிப்பது நடைமுறையில் இயல்வதாய் அமைவதில்லை. இயற்கை வளிமத்திலிருந்து மீட்கப்பட்ட மற்ற எல்லா நீர்மங்களும் குத்தகைக்கு விடப்பட்டுச் செறிபொருளும் (lease condensate) இயற்கை வளிம நீர்மங்களின் பருமன் அளவில் சேர்க்கப்படுகின்றன.

இயற்கை நில எண்ணெயின் நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள்

புள்ளி விவரங்கள் வழியாக இயற்கை நில எண்ணெய் என வரையறை செய்யப்பட்ட நீர்மங்களின் மதிப்பிடப்பட்ட அளவு, தற்போது நிலவி வரும் பொருளாதார இயக்க நிலைகளில், தெரிந்த தேக்கங்களிலிருந்து வரப்போகும் பல்லாண்டுகளுக்கான நில இயல் குறிப்புகளின் வாயிலாகவும், தொழில் நுட்பக் குறிப்புகளின் வாயிலாகவும், ஓரளவு உறுதியாக மீட்கத் தக்க அளவினைக் குறிக்கின்றது. பொருளாதார வகையில் இயலத் தக்க ஆக்கத்துடன் உண்மையாக ஆக்கம் செய்வது அல்லது பெட்ரோலியம் அமைந்திருக்கும் அளவினை இறுதியான சோதனைகள் வழியாகக் கூறுவது போன்றவை துணை செய்யும்போது அத்தகைய தேக்கங்கள் நிறுவப்பட்ட வளங்களைக் கொண்ட தேக்கங்கள் எனக் கூறப்படுகின்றன. நிறுவப்பட்டதெனக் கருதப்படும் எண்ணெய்த் தேக்கப் பரப்பில் கீழ்க் கண்டவை அடங்கும். அவையாவன, துளையிட்ட வளிம எண்ணெய் அல்லது எண்ணெய் நீர்த் தொடர்புப் பகுதிகளாக வரையறுக்கப்பட்ட பகுதிகள், உடன் அருகே அமைந்த துளையிடாத இணைந்த பகுதிகள் என்பனவாகும். இத்தகைய பகுதிகளில் கிடைக்கும் நில இயல் தொழில்நுட்பக் குறிப்புக்களின் அடிப்படையில் பொருளாதார வகையில் பெட்ரோலிய ஆக்கம் செய்ய இயலுமெனத் தீர்மானிக்கப் பட்டதாகும். நீர்மத் தொடர்புகளைப் பற்றிய தகவல்கள் கிடைக்காதபோது, தேக்கத்தின் தாழ்ந்த நிறுவப்பட்ட எல்லையினைக் (lower proved limit) கட்டமைப்புக்களில் தோன்றக் கூடிய ஹைடிரோக் கார்பன்களின் மிகக் குறைவான தெரிந்த அளவு கட்டுப்படுத்துகின்றது.

மேம்பட்ட மீட்கும் தொழில் நுட்பங்களைப் (நீர்மச் செலுத்தம் போன்றவற்றைப்) பயன்படுத்துவதனால் பொருளாதார வகையில் இயலுமாறு ஆக்கம் செய்யக் கூடிய இயற்கை நில எண்ணெயின் கையிருப்பு வளங்கள் நிறுவப்பட்ட வகையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

நிறுவப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய் கையிருப்பு வள மதிப்பீடுகளில் கீழ்க் கண்டவை அடங்கா. அவையாவன, தெரிந்த தேக்கங்களிலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய எண்ணெய் ஆனால் காணக்கூடிய அறிகுறியைக் கொண்ட கூடுதல் கையிருப்பு வளங்கள் (indicated additional reserves), இயற்கை வளிம நீர்மங்கள்

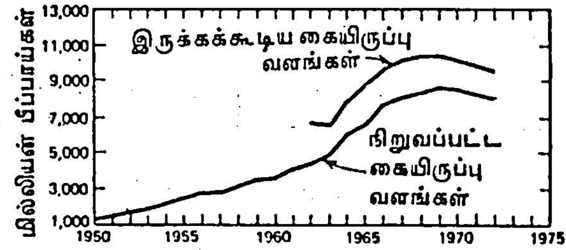
(குத்தகைக்கு விடப்பட்டு வடிக்கப்பட்ட பொருளும் சேர்ந்தது), நில இயல் (geology) தேக்கப் பண்புகள் அல்லது பொருளாதாரச் கூறுகள் காரணமாக, உறுதியற்ற எண்ணெய் மீட்பு, சோதனையிடப் படாத, கிடைக்கக் கூடிய இடங்களில் தோன்றக் கூடிய எண்ணெய், எண்ணெய்க் களிப்பாறைகளி லிருந்தும் (oil shales) நிலக்கரியிலிருந்தும், ஆஸ்ப் பால்ட் வகையைச் சார்ந்த ஜில்சோனைட்டிலிருந்தும் (gilsonite) அவைபோன்ற மற்ற மூலங்களிலிருந்தும் கிடைக்கக் கூடிய எண்ணெய் என்பனவாகும்.

தொடக்கநிலைத் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருக்கும் எண்ணெய். ஆக்கத்திற்கு முன்பாகத் தெரிந்த தேக் கங்களில் அமைந்த இயற்கை நில எண்ணெயின் மதிப்பிடப்பட்ட பீப்பாய்களின் எண்ணிக்கை. தெரிந்த தேக்கங்களாக இருப்பன, தற்போது ஆக்கம் செய்துவரும் தேக்கங்கள், நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வள அளவுகளும் தேக்கத்திற்கென ஒதுக்கி வைத்தபோதிலும், ஆக்கம் இல்லாமற்போகும் தேக்கங்கள் செறிவு தளர்ந்த தேக்கங்கள், தேக்கப் பாறை, நீர்மப் பண்புகள், தேக்க எல்லைகள் என்பனவாகும்.

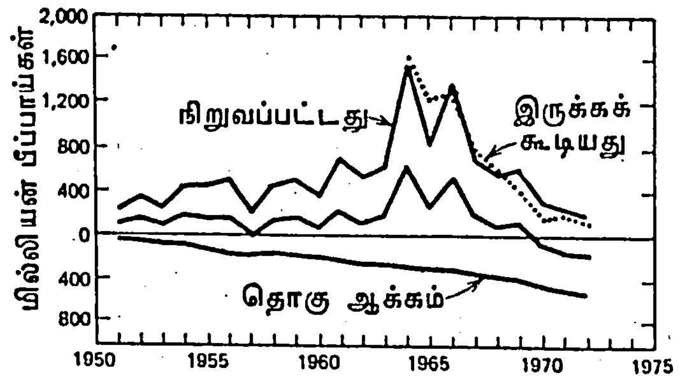
ஆக்கம் செய்யும் திறமை ஆகிய வற்றைச் சார்ந்த உண்மையான குறிப்புகள் போதிய அளவில் கிடைக் கும்போது, பொருட் சமன்பாட்டு முறை (material balance method) அல்லது பருமன் அளவீட்டு முறை யைப் (volumetric method) பயன்படுத்திய கணக் கீடுகளின் அடிப்படையில், தொடக்கநிலைத் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெய் மதிப்பிடப்படு கின்றது. அத்தகையகுறிப்பேதும் கிடைக்காதபோது, தொடக்கநிலைத் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருக்கும் எண்ணெய்க்கான மதிப்பீடு, அதனுடன் ஒப்பிடக் கூடிய மற்றொரு தேக்கத்தின் இயங்கும் பண்பு களைக் கொண்டும், அதில் பெற்ற தகவல்களைக் கொண்டும் கணக்கிடப்படுகின்றது.

இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவு. தற்போதுள்ள பொருளாதார இயக்க நிலைகளில் பெருத்த மாற்றங் கள் இல்லாதிருக்கும்போது, இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவு, ஒரு தேக்கத்திலிருந்து இதுவரை ஆக்கம் செய்ததும், பிற்காலங்களில் ஆக்கம் செய்யக் கூடியது மான, இயற்கை நில எண்ணெயின் மதிப்பிடப்பட்ட அளவினையும் குறிப்பதாகும். இறுதியாக மீட்கத் தக்க அளவினைத் தொடக்கத்தில் தேக்க இருப் பிடத்தில் இருந்த எண்ணெயின் அளவின் விழுக் காடாகக் கூறலாம். இந்த விழுக்காட்டு அளவு தேக்க நீர்மம் (reservoir fluid), பாறைப் பண்புகள், ஆக்கம் செய்யும் எந்திரவகை ஆகியவற்றைச் சார்ந்து ஒரு தேக்கத்திற்கும் மற்றொரு தேக்கத்திற்கும் வேறு படும். ஒவ்வோர் ஆண்டிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட தேக்கத்திற்கு இறுதியாக மீட்கத்தக்க அளவின் மதிப் பீடுகள் மேம்பட்ட மீட்பிற்கான தொழில்நுட்பத் தின் வெற்றிகரமான பயன்பாட்டின் போதும் தேக்கப் பரப்பெல்லையில் கூடுதலோ அல்லது குறை தலோ ஏற்படும்போதும் எந்திர வகைகள் முன்னர் மதிப்பிட்டதைக் காட்டிலும் சற்றேறக் குறைய திறமையாக இயங்கி மீட்சியைச் செய்கின்றதென்ற தகவல் கிடைக்கின்றபோதும் மட்டுமே மறு ஆய்வு செய்து மாற்றியமைக்கப்படும்

கனடாவிலுள்ள பெட்ரோலியக் கையிருப்பு வளங்கள். கனடா நாட்டின் பெட்ரோலியக் கழகத்தின் (Canadian Petroleum Association) சேமிப்பிற்கான குழு அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தினர் பயன்படுத் தும் அணுகுமுறையைப் போன்றே ஒவ்வோர் ஆண் டும் கையிருப்பு வளத்திற்கான தகவலினை வழங்கு கின்றனர். கனடா நாட்டின் இயற்கை நிலை எண் ணெயின் கையிருப்பு வளங்கள் அட்டவணை 7 இல் தரப்பட்டுள்ளன. படம் 3 இல் கனடா நாட்டின்



படம் 3. கனடாவில் இயற்கை நில எண்ணெயின் நிறுவப் பட்டதும் இருக்கக் கூடியதுமான கையிருப்பு வளங்கள். (1951 - 1972)



படம் 4. கனடாவில் ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் ஆக்கமும் அதற்கு எதிராக மொத்தக் கூடுதல்களும் (நிறுவப் பட்டதும், இருக்கக் கூடியதும்) (1950 - 1972)

அட்டவணை 7. கனடாவிலுள்ள இயற்கை நில எண்ணெய் கையிருப்பு வளங்கள், தொடக்கத்தில் தேக்க இருப்பிடத்தில் இருந்த எண்ணெய், இறுதியானதும், மீதியுள்ளதும் (பீப்பாய்கள், ஆயிரங்களில்

மாகாணம்	தொடக்கத்தில் அதன் இடத்தில்		இறுதியான கையிருப்பு வளங்கள்		மிகுதியுள்ள கையிருப்பு வளங்கள்	
	நிறுவப் பட்ட	இருக்கக் கூடிய	நிறுவப் பட்ட	இருக்கக் கூடிய	நிறுவப் பட்ட	இருக்கக் கூடிய
மேற்கு நிலப்பகுதிகள்	500,000	500,000	60,000	90,000	42,933	72,933
பிரிட்டன் கொலம்பியா	1,225,741	1,236,363	428,741	475,868	219,728	266,855
அல்பர்டா	32,536,076	33,104,306	11,155,868	12,403,051	7,103,381	8,350,564
சாஸ்காட்சிவன்	9,340,727	9,594,413	1,805,039	2,026,838	594,205	816;004
மணிடோப்பா	683,410	695,910	144,971	167,370	48,820	71,219
ஒண்டாரியோ	189,500	193,300	60,905	63,283	10,990	13,368
மற்றைய கிழக்கு கனடா	18,000	18,000	850	2,324	84	1,558
மொத்தம் -- கனடா	44,493,454	45,342,292	13,656,374	15,228,734	8,020,141	9,592,501

ஆதாரம் - கனடா நாட்டுப் பெட்ரோலியக் கழகத்தின் அறிக்கை புத்தகம் 27, (மே 1973)

அ. நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வளங்களும் சேர்ந்தது.

குறிப்பு: அதபாஸ்க்கா எண்ணெய் மணல்களிலிருந்து (athabasca oil sands) மீட்கப்படும் பிட்டுமனை இவ்வட்டவணையில் சேர்க்கவில்லை.

மெக்கன்சி ஆற்றுக் கழிமுகப்பகுதி, ஆர்க்டிக் தீவுகள் சேபிள் தீவு (athabasca sands) கண்டுபிடிப்புக்களிலடங்கிய கையிருப்பு வளங்கள் இந்த அட்டவணையில் சேர்க்கப்படவில்லை.

மீதியுள்ள இயற்கை நில எண்ணெய்க் கையிருப்பு வளங்கள் கால அடிப்படையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. 1950 ஆம் ஆண்டு முதற் கொண்டு 1972 ஆம் ஆண்டு வரையில் மொத்தக் கூடுதல் களுக்கும் (நிறுவப்பட்டவையும் இருக்கக்கூடியவையும்) நிகர ஆக்கத்திற்குமான தொடர்பு படம் 4இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கீழ்க்கண்ட வரையறைகள் (definitions) அட்டவணை 7 இதற்குப் பொருந்தும்

நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வளங்கள். நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு வளம் மதிப்பிடப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெயின் அளவைக் குறிக்கும். நில இயல் தொழில் நுட்பக் குறிப்புகளின் ஆய்விலிருந்து தற்போது நிலவி வரும் பொருளாதார இயக்க நிலையில் ஓரளவு உறுதியாக மீட்கக்கூடிய எண்ணெயின் அளவைக் குறிக்கும்.

இருக்கக் கூடிய கையிருப்பு வளங்கள். இருக்கக் கூடிய கையிருப்பு வளத்தின் அளவு தெரிந்த எண்ணெய் வயல்களிலிருந்து மீட்கத்தக்க வளத்தின் உண்மையான மதிப்பீட்டின் அளவாகும். இந்தஅளவு அத்தகைய வயல்களில் மதிப்பிடப்பட்ட இறுதியான அளவு (estimated ultimate size); தேக்கப் பண்புகள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். நிறுவப்பட்ட வகையில் காட்டப்பட்டுள்ள வளங்களைச் சேர்த்தும் இருக்கக் கூடிய கையிருப்பு வளத்தில் அடங்கும்.

தொடக்கத்தில் அதன் இருப்பிடத்திலமைந்த வளங்கள். இது எண்ணெய் வயலின் மதிப்பிடப்பட்ட பரப்பில் அதன் இருப்பிடத்தில் தொடக்கத்தில் இருந்த இயற்கை நில எண்ணெயின் மொத்த அளவு ஆகும். இந்த வயலிலிருந்துதான் எண்ணெய் ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது அல்லது கையிருப்பு வளங்கள் இவ்வளவு என ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. தொடக்கத்தில் அதன் இருப்பிடத்திலமைந்த வளங்கள் என்ற சொற்றொடர், எதிர்பார்த்த இறுதியான இயற்கை நில எண்ணெய் ஆக்கம் (anticipated crude oil production) தற்போது நிலவிவரும்

பொருளாதார இயக்க நிலைகளில் மீட்க இயலாத இயற்கை நில எண்ணெயின் மதிப்பீடுஆகிய இரண்டையும் சேர்ந்ததாகும்.

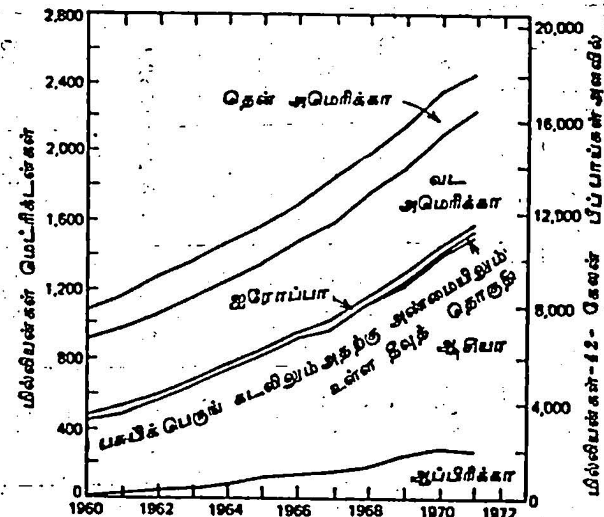
இறுதியாக மீட்கத்தக்க வளங்கள். இது தற்போதுள்ள நிலஇயல் தொழில் நுட்பக் குறிப்புகளின் ஆய்வின் வழியாக ஒரு எண்ணெய் வயலிலிருந்து இறுதியாக உண்டாகக் கூடிய இயற்கை நில எண்ணெயின் மொத்த அளவு ஆகும்.

மீதமுள்ள வளங்கள். நிறுவப்பட்ட அல்லது இருக்கக் கூடிய வளங்களாக மதிப்பிடப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய் அளவுகளிலிருந்து மதிப்பிட்ட நாளிலிருந்து கணக்கிடப்படும் நாள் வரையில் ஆக்கம் செய்த அளவினைக் கழித்த பின் கிடைப்பது மீதமுள்ள வளத்தின் அளவாகும்.

உலகப் பெட்ரோலிய வளங்கள். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளும் கனடாவும் தவிர உலகின் மற்ற பகுதிகளில் இயற்கை நில எண்ணெய், அதனுடன் இணைந்த இயற்கைப் பொருள்களின் புள்ளித் தொகுப்பு தொடர்ந்து நம்பத் தகுந்த அடிப்படையில் கிடைப்பது அரிதாக உள்ளது. தொகுத்து வழங்கும் மைய அமைப்பு இல்லாததும், அத்தகைய தகவல்களை இரகசியமாகச் சில நாடுகள் வைத்திருப்பதும் இதற்கான அடிப்படைக் காரணங்கள் ஆகும். நாடுகளின் பாதுகாப்புப் போக்கிற்குப் பெட்ரோலிய வழங்கீடு முக்கியமாக இருப்பதோடல்லாமல் நாடுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று போட்டியுடன் பெட்ரோலியத்தை வழங்க முன் வருகின்றன. அதேபோன்று அண்மையில் சில நாடுகள் பெட்ரோலியத்தை வேற்று நாடுகளிடம் முயன்று பெறுகின்றன. இவ்வாறாக, பெட்ரோலியத்தைப் பற்றி எளிதாகக் கிடைக்கும் புள்ளி விவரங்கள் பல்வேறுபட்ட பெட்ரோலியத் தொழில் நடைமுறைச் செயற்பாட்டிற்கு எல்லாநேரங்களிலும், தொடர்புடைய எல்லா நாடுகளிலும் விரும்பத்தக்கவாறு அமைவதில்லை.

உலகம் முழுவதற்குமான மேம்பட்ட சார்பற்ற, புள்ளி விவரச் சுருக்கம், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் நில இயல் அறிக்கைத் துறையின் நிலஇயல் ஆய்வறிக்கை 817 இல் கூறப்பட்டுள்ளது. இவ்வறிக்கையில் 120 நாடுகளில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளின் விவரங்கள் கூறப்பட்டுள்ளன. இந்த அறிக்கைக்கான அடிப்படைத் தகவல்கள் அ.ஒ நாட்டின் மாநிலத்துறையினரது (U.S. Department to State) தகவல்களிலிருந்தும், ஒன்றிய நாடுகளின் அறிக்கைகளுடன் (United Nations Reports) சேர்ந்தமற்ற பல்வேறுபட்ட வெளியிடாத அறிக்கைகளிலிருந்தும், சுரங்கங்களுக்கான செய்திகளை அறிவிக்கும் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் அலுவலகத்திலிருந்தும் (U.S. Bureau of Mines) இப்பொருட்களுக்கான வல்லுநர்களிடமிருந்தும், மற்றும் பல எண்ணிக்கையிலான வெளியிடப்பட்ட குறிப்புகளிலிருந்தும், பெறப்பட்டவையாகும். இக்கட்டுரையில் குறிப்பிட்டுள்ள அட்டவணைச் சுருக்கங்கள் மெட்ரிக் டன்கள் அளவில் கூறப்பட்டுள்ளன. பீப்பாய்களிலிருந்து (barrels) மெட்ரிக் டன்கள் அளவிற்கான மாற்றுக் கூறு எண் (conversion factor) ஒரு நாட்டிற்கும் மற்றொரு நாட்டிற்கும் வேறுபட்டாலும், சராசரிக் கூறாக (average factor) 7.3 பீப்பாய்கள் 1 மெட்ரிக் டன்னிற்குச் சமப்படுத்தப்படுகின்றன.

அட்டவணை 8 இல் 1960 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு 1971 ஆம் ஆண்டு வரையில் 120 நாடுகளின் வருடாந்திர எண்ணெய் ஆக்கம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையைச் சார்ந்த பரந்துபட்ட விவரங்கள் கிடைப்பதில் மிகுந்த கால தாமதம் ஏற்பட்டாலும், கணிபொறி (computer) வழியாக விவரங்கள் தொகுக்கப்பட்டாலும், 2 இலிருந்து 4 ஆண்டுகள் வரை பெற்ற குறிப்புகளைக் கொண்டு, முழு அறிக்கையினைத் தயாரிப்பது அரிதாகவே தோன்றுகின்றது. படம் 5 இல், அட்டவணை 8 இன் குறிப்புகள் கண்டங்கள் குறிப்பிட்டு வரையப்பட்டுள்ளன. இந்த வரைபடம், பல்லாண்டுகளில் பெட்ரோலிய ஆக்கம் உயர்ந்துள்ளதைக் காட்டுகின்றது. 12 ஆண்டுக் காலமாகப் படிப்படியாக ஆக்கம் செய்யப்பட்ட எண்ணெயின் அளவான 20334.8 மெட்ரிக் டன்களுடன் 86000 மெட்ரிக் டன்கள் அளவிற்கும் சிறிது குறைந்த, உலகம் முழுவதற்குமான நிறுவப்பட்ட வளங்களுக்கும், ஆற்றல் மிக்க எண்ணெய் வளங்களுக்குமான மொத்த மதிப்பீட்டு அளவை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பது விரும்பத்தக்கது, இந்துக் கால



படம் 5. கண்டம் எண்ணெய் ஆக்கம். (1960-1971)

அட்டவணை 8. ஆண்டு எண்ணெய் ஆக்கம் (1960 - 1971) (மில்லியன் மெட்ரிக்டன்)

கண்டம்	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1956	1967	1968	1969	1970	1971
ஆப்பிரிக்கா	14.3	23.9	38.8	57.3	82.2	107.3	136.1	149.9	192.6	244.5	292.3	275.2
ஆசியா	436.7	447.2	524.5	576.4	637.5	696,2	768.2	830.9	920.9	1,005.2	1,113.4	1,256.8
ஓஷியானியா	0	0	0	0	.2	.3	.4	1.0	1.8	2.1	8.6	14.9
ஐரோப்பா	28.7	30.5	31.9	33.6	35.8	36.6	36.3	37.0	37.2	37.0	36.8	36.2
வடஅமெரிக்கா	431.3	446.9	459.6	476.0	484.8	500.0	531.5	568.9	592.5	609.6	643.0	644.1
தென்அமெரிக்கா	180.0	188.1	204.7	208.9	217.7	222.5	22.20	234.4	240 8	240.6	246.4	240.1
மொத்தம் 120 நாடுகள்	1091.0	1163.6	1256.5	1352.2	1458.2	1562.9	1692.7	1822.1	1985.8	2139.0	2340.5	2,467.3
					20334.8 (ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டது)							
அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளுடன் ஒப்பிடும்போது	391.9	402.2	411.0	425.1	431.5	443.5	471.3	502.9	521.5	533.7	555.9	552.8
·/. அ.ஒ.நா.	39	34	33	31	30	28	28	28	26	25	24	22

முன்னணியிலுள்ள ஆக்கம் செய்யும் நாடுகள்

ஆப்பிரிக்கா - அல்ஜீரியா, அங்கோலா, எகிப்து (ஐக்கிய அராபியக் குடியரசு,) கேபன், லிபியா, நைஜீரியா, டுனீசியா

ஆசியா - இந்தோனேசியா, ஈரான், ஈராக், குவைத், ஓமன், மக்கட்.குடியரசுச் சீனா, குவெடார், சௌதி அரேபியா, சோவியத்நாடு, ஒன்றிய அராபிய எமிரேட்டுகள்

ஓஷியானியா - ஆஸ்த்திரேலியா

ஐரோப்பா - ஜெர்மன் கூட்டுக் குடியரசு, ருமேனியா

வடஅமெரிக்கா - கனடா, மெக்சிகோ, அ.ஒ.நா.

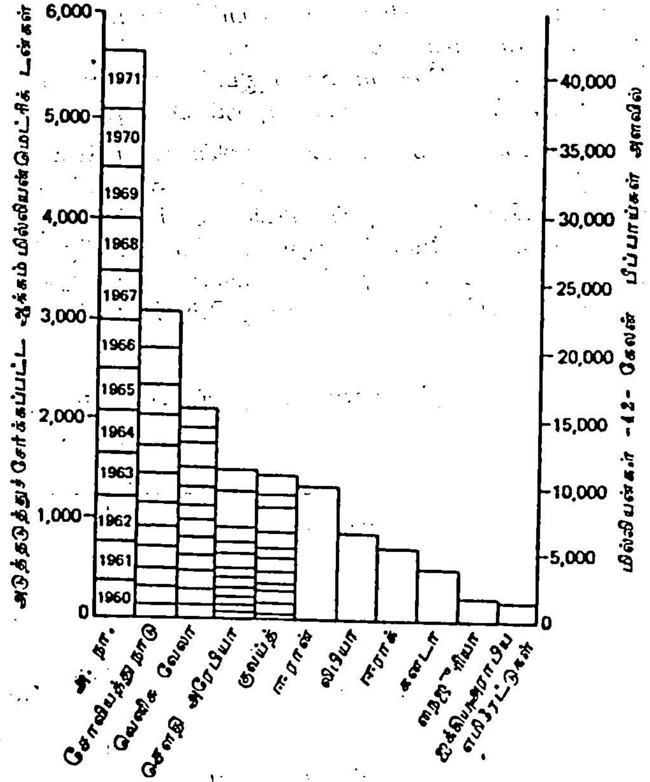
தென்அமெரிக்கா - அர்ஜென்ட்டினா, பிரேசில், கொலம்பியா, டிரினிடாட், டொபாகோ வெனிசுவேலா

இடைவெளியில் பயன்படுத்தப்பட்ட எண்ணெயைக் கழித்து மீதமுள்ள எண்ணெயைக், காலத்தொடக்கத்தின் கையிருப்பாகக் கருதும் போது, இந்தக் கையிருப்பு வளமும், ஆற்றல் வாய்ந்த வளங்களும் 1960 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் 1,06,000 மெட்ரிக் டன்கள் அளவு இருக்கும். அதாவது இந்தக் கால இடைவெளியில் கையிருப்பு வளங்களிலும், ஆற்றல் வாய்ந்த வளங்களிலும் 19% அளவு பயன் படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆண்டின் ஆக்க அளவு 3,000 மெட்ரிக் டன்களாக இருக்கும்போது, கையிருப்பு வளமும், ஆற்றல் வாய்ந்த வளங்களும் 86,000 மெட்ரிக் டன்கள் அளவில் இருக்குமெனக் கருத்தில் கொள்ளும் போது, நமக்குத் தெரிந்த பெட்ரோலிய மூலங்கள் 30 ஆண்டுகளுக்குள்ளாகவே தீர்வுற்றுவிடும்.

எண்ணெயே ஆக்கம் செய்யாத பல நாடுகள் உள்ளன என்பதை நாம் கவனிக்க வேண்டியுள்ளது. அவையாவன, ஆப்பிரிக்காவில் 25 நாடுகளும், ஆசியாவில் 12 நாடுகளும், ஓசியானியாவில் 1 நாடும், ஐரோப்பாவில் 10 நாடுகளும், வட அமெரிக்காவில் 12 நாடுகளும், தென் அமெரிக்காவில் 2 நாடுகளும் ஆகும். இந்த நாடுகள் சில நேரங்களில் வளரும் நாடுகள் (developing nations) என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த நாடுகளின் வளர்ச்சியும் பொருளாதார முன்னேற்றமும், ஏற்கெனவே குறைந்து வரும் வளங்களை மேலும் குறையச் செய்யவே வகை செய்யும். மேலும் பெட்ரோலிய ஆக்கம் மிக மிகக் குறைவாயுள்ள பல நாடுகளும் உள்ளன. அவை அட்டவணை 8 இல் காண்பிக்கப்படவில்லை. அவையாவன ஆப்ரிக்காவில் 2 நாடுகளும், ஆசியாவில் 4 நாடுகளும் (குறிப்பாகத் தொழில் துறையில் மிகவும் முன்னேற்றமடைந்த ஜப்பான்) ஐரோப்பாவில் 6 நாடுகளும் ஆகும்.

எவ்வாறிருப்பினும், சில ஐரோப்பிய நாடுகள் அதிலும் குறிப்பாக இங்கிலாந்தும், நார்வேயும், பெட்ரோலியம் ஆக்கம் செய்யும் தங்கள் நிலையினை வடகடல் (North Sea) பெட்ரோலிய உருவாக்கங்களினால் மாற்றம் செய்ய வைக்கலாம்.

அட்டவணை 8இலுள்ள குறிப்புகள், படம் 6இல் வரையப்பட்டுள்ளன. இப் படத்தில் பெட்ரோலியம் ஆக்கம் செய்யும் முதன்மையான நாடுகள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. அட்டவணை 8-ஐ ஆய்வு செய்யும் போது, 120 நாடுகளுக்குள் மொத்த எண்ணெய் ஆக்கத்தில் 26% அளவு, வட அமெரிக்காவிலிருந்து பெறப்படுவதையும், எஞ்சியுள்ள அளவு, முக்கியமாக ஆசியாவிலிருந்து பெறப்படுவதையும் காணலாம். ஆசியாக் கண்டத்தின் கீழ் சோவியத்து நாட்டில் எண்ணெய் ஆக்கம் அட்டவணைப்படுத்தியுள்ளதால், காண்பிக்கப்பட்டுள்ள போக்கு உறுதியாக மாற்றம் அடையும். சோவியத்து நாட்டின் புள்ளித் தொகுப்பு விவரங்கள் ஆசியாவுடன் சேர்க்கப்பட்டிருப்பதற்கான



படம் 6 முதன்மையான ஆக்கம் செய்யும் நாடுகளின் அடுத்தடுத்துச் சேர்க்கப் பட்ட எண்ணெய் ஆக்கம் (1960 1970)

காரணம்யாதெனில் அதன் முதன்மையான பெட்ரோலிய ஆக்கமும், நன்கு அறிந்த வளங்களும் ஐரோப்பிய சோவியத் நாட்டின் (European Russia) வோல்கா-யூரல்ஸ் மாவட்டத்தில் இருந்தபோதிலும், வோல்கா யூரல்ஸ் மாவட்டத்தின் தற்போதைய முக்கிய பங்கு போகப் போகக் குறைந்து சோவியத்து நாட்டின் மைய ஆக்கப்பகுதி முதன்முறையாக ஐரோப்பிய சோவியத்துப் பகுதியை விட்டு நீங்கும்.

அண்மையில் பெட்ரோலியம் ஆக்கம் செய்யும் போக்கு வேகமாக மாற்றமடைந்து வருகின்றது. பெட்ரோலிய ஆக்கம் இரட்டிப்பாக ஆக்குவதற்கான காலம் அதாவது 1960 ஆம் ஆண்டினை அடிப்படை ஆக்கக் காலமாகக் (base production period) கொண்டு, ஆக்கத்தினை இரட்டிப்பதற்கான தேவையான கால அளவு இதற்குச் சான்றாக அமைகின்றது. பெட்ரோலிய ஆக்கம் இரட்டிப்பாக ஆக்குவதற்கான காலம் ஆப்பிரிக்காவிற்கு 2 ஆண்டுகளாகவும், ஆசியாவிற்கு 7 ஆண்டுகளாகவும், ஐரோப்பாவிற்குக் கால வரம்பு அற்றும், ஓஷியானியா (Oceania) விற்கு 2 ஆண்டுகளாகவும், வட, தென் அமெரிக்காவிற்கு 20 ஆண்டுகளாகவும் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஆப்பிரிக்கா, ஆசியா

கண்டங்களின் குறுகிய இரட்டிப்புக் காலத்தின் காரணமாகவும், பேரளவு பெட்ரோலிய ஆக்கத்தின் காரணமாகவும், சில ஆண்டுகளில் எண்ணெயை ஆக்கம் செய்யும் மைய இடங்களாக ஆசியாவையும், ஆப்பிரிக்காவையும் மாற்றம் செய்யும்.

அட்டவணை 8 இல் உள்ள குறிப்புகள் முக்கியம் வாய்ந்தவை. ஏனெனில் உலக வணிகத்தில் பெட்ரோலியம் தனித்துப் பெரிய அளவில் நடைபெறுகின்றது. மேலும் அது வணிக அளவிலும் டாலர் மதிப்பிலும் முக்கியம் வாய்ந்தது. இதன் விளைவாகப் பெட்ரோலிய ஆக்கத்தின் போக்கிலும் (production trends) கையிருப்பு வளத்திலும் அல்லது ஆற்றல் வாய்ந்த வளங்களிலும், எந்த ஒரு குறிப்பிடத்தக்க மாற்றமும் உலகம் முழுவதற்கும் மொத்தமாக முக்கிய விளைவினைத் தோற்றுவிக்கக் கூடியதாகும். எண்ணெய் ஆக்கத்தில் மிக்க அளவில் கவனம் செலுத்தும்போது தனி நாடுகளின் மீது இவ்விளைவு பன் மடங்காகப் பெருகிக் காணப்படும். அதே போன்று உலகத்தில் எண்ணெய் விலை அல்லது எண்ணெயின் பயன்பாட்டில் மாறுதல்கள் தோன்றும்போது தனி நாடுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

அட்டவணை 9 இல் நிறுவப்பட்ட கையிருப்பு

அட்டவணை 9. நிறுவப்பட்ட வளங்களும், இருக்கத் தக்க எண்ணெய் வளங்களும் (மில்லியன் மெட்ரிக் டன்)

கண்டமும் நாடும்	கடற்கரையில்	கடற்கரை அண்மையில்	மொத்தம்
ஆப்பிரிக்கா			
அல்ஜீரியா	1,590	0	1,590
காங்கோ	70	370	440
எகிப்து (ஒன்றிய அராபியக் குடியரசு)	துளையிடவில்லை		570
கேபன்	80	20	100
லிபியா	3,300	(வெளியிடவில்லை)	3,300
நைஜீரியா	1,331	248	1,579
டுனீசியா	62	15	77
சாயிர் (Zaire)	0	60	60
பிற	1	167	168
மொத்தம், ஆப்பிரிக்கா	6,434	880	7848
ஆசியா			
ஆப்கானிஸ்தான்	12	(வெளியிடவில்லை)	12
பாஹ்ரெய்ன் (Bahrain)	86	0	86
வங்காளதேசம்		(வெளியிடவில்லை)	
சீன மக்கட் குடியரசு	2,700	(வெளியிடவில்லை)	2,700
சீனா (தாய்வான்)	3	3	3
இந்தியா	128	0	128
இந்தோனேசியா	1,350	50	1,400
ஈரான்	6,562	969	7,531
குவைத்	10,650	120	10,770
மலேசியா		துளையிடவில்லை	120

(1)	(2)	(3)	(4)
ஓமன்	துளையிடவில்லை		700
பாகிஸ்தான்	5	0	5
சௌதி அரேபியா	12,972	8,488	21,460
துருக்கி	80	0	80
சோவியத் நாடு	10,010	190	10,200
ஒன்றிய அராபிய எமிரேட்டுகள்	2,121	595	2,716
மற்ற எல்லாம்	4,844	2	4,846
மொத்தம், ஆசியா	51,523	10,414	63,537 [அ]
ஒஷியானியா			
ஆஸ்திரேலியா	30	349	379
நியூசிலாந்து	4	24	28
மொத்தம், ஒஷியானியா	34	373	407
ஐரோப்பா			
அல்பேனியா	3	0	3
ஆஸ்திரியா	27	0	27
பல்கேரியா	38	0	38
செக்கோஸ்லோவாகியா		(வெளியிடவில்லை)	
டென்மார்க்	0	43	34
பிரான்சு	13	0	13
ஜெர்மன் கூட்டுக் குடியரசு	82	0	82
ஹங்கேரி	130	0	130
இத்தாலி	20	13	33
நெதர்லாந்து	37	0	37
நார்வே	0	960	960
போலந்து	5	0	5
ருமேனியா	116	0	116
ஸ்பெயின்	துளையிடவில்லை		42
இங்கிலாந்து	5	685	690
யூக்கோஸ்லாவியா	43	0	43
மொத்தம், ஐரோப்பா	519	1,662	2,253 [அ]
வட அமெரிக்கா			
பார்படாஸ்	0.1	0	0.1
கனடா	1,368	(வெளியிடவில்லை	1,368
மெக்சிகோ		துளையிடவில்லை	630

(1)	(2	(3)	(4)
அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகள்	5,349	767	6,116
மொத்த வட அமெரிக்கா	6,717.1	767	8,114.1 அ
தென் அமெரிக்கா			
அர்ஜென்ட்டீனா	358	(வெளியிடவில்லை	358
பொலிவியா	25	(வெளியிடவில்லை)	25
பிரேசில்	137	(வெளியிடவில்லை)	137
சிலி	15	0	15
கொலம்பியா	236	0	236
ஈகுவடார் (Ecuador)	758	0	758
பெரு	துளையிடவில்லை		50
டிரினிடாட் மற்றம் டொபாக்கோ	176	39	215
வெனிசுவேலா	1984	(வெளியிடவில்லை)	1984
மொத்தம், தென் அமெரிக்கா	3689	39	3778 அ
மொத்தம் 121 நாடுகள்	68,916	14165	85,973 அ

அ சில நாடுகளுக்குரிய பிரிக்கும் கணக்கீடுகளில் போதிய தகவல் கிடைக்காததனால் கடற்கரைக்கும் கடற்கரையிலிருந்து கடலில் சற்றுத் தூரத்திற்கும் உரிய மொத்தங்கள், அணி வரிசையில் (column) மொத்தத்திற்குச் சமமாக இல்லை.

வளங்களும், ஆற்றல் வாய்ந்த எண்ணெய் வள மூலங்களும் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. அட்டவணை 10 இல் மொத்தக் கையிருப்பு வளங்களும் ஆற்றல் வாய்ந்த வளங்களும் விழுக்காட்டில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் பெட்ரோலிய ஆக்கம். வழங்கப்பட்ட கால அளவில், எண்ணெய்த் தேக்கங்களிலிருந்து ஆக்கம் செய்யப்பட்ட இயற்கை நில எண்ணெயே இயற்கை நில எண்ணெய் ஆக்கம் (crude oil production) என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆண்டில், அத்தகைய ஆக்க அளவு, வழக்கமாக, குத்தகைக்கு விடப்பட்ட வயல்களிலிருந்து பெற்ற பெட்ரோலியத்தைக் கொண்ட தேக்கத் தொட்டிகளிலிருந்து (அதாவது பாதுகாப்புப் பொறுப்பு மாற்றம் செய்யும் புள்ளியிலிருந்து) குழாய் வழிகளுக்கும், சரக்கேற்றிச் செல்லும் வண்டிகளுக்கும் அல்லது, பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கும் தொழிற்சாலைகட்கும் அல்லது பெட்ரோலியம் பயன்படுத்தும் முடிவான இடங்களுக்கும் கொண்டு செல்லும் சாதனங்களில் எடுத்துச் செல்லப்பட்ட எண்ணெய் அளவீட்டிலிருந்து பொதுவாகக் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. இந்த அளவீட்டில் கீழ்க்கண்டவை சரிசெய்யப்படுகின்றன. அவையாவன, தொடக்க, இறுதிக் குத்தகைப் பட்டியலின் (lease invenries) நிகர வேறுபாடுகளும் அடிப்படையான படிவும் நீரும் (basic sediment and water) ஆகும்.

கீழ்க்கண்ட கருத்தை அடிப்படையாகக்கொண்டு அ. பெ. க. வின் குழு பெட்ரோலிய ஆக்க மதிப்பீடுகளைத் தயாரித்துள்ளது. அவையாவன, இயற்கை நில எண்ணெயின் வியாபாரத்திற்கான இடம் கிடைக்காதபோது, பெட்ரோலிய ஆக்கத்தில் எத்தடைகளும் இருக்கக் கூடாது என்பதும், ஆக்க அளவினைக் கூடுதலாக்க அனுமதிக்கும் 90 நாள் காலத்திற்குள், உழைப்பாளர்களுக்கும், சாதனத்திற்கும், மற்ற பொருள்களுக்கும் ஓர் அலகு விலையிலும், அல்லது இயற்கை நில எண்ணெயின் விலையிலும் எவ்வித மாற்றமும் இருக்கக் கூடாது என்பதும், பெட்ரோலிய ஆக்கத்தில் சட்டத்தால் கட்டுப்பாடாகச் சுமத்தப்பெறும் கட்டுப்பாடுஎன்பதும்இருக்கக் கூடாது. ஆனால் இயற்கை நில எண்ணெய் மீட்பித்தலில் (crude oil recovery) குறிப்பிடத்தக்க அளவில் குறைப்பதைத் தடுப்பதற்கு ஏற்கப்பட்ட தொழில் நுட்ப நடைமுறைகளுக்கு ஏற்றவாறும், செயலறிவுத் திறத்திற்கு ஏற்றவாறும், வாயுவாக்கமும் தண்ணீரின் ஆக்கமும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

உள் வயல்களின் சரி அளவுக்கான பிரச்சினைகள் (intra field equity considerations) நல்ல முறையில் தீர்த்து வைக்கப்படும். இதனால் குறிப்பிடப்பட்ட வயல்களின் ஆக்கும் உச்ச அளவில் இருக்க வகை செய்யலாம்.

அட்டவணை 11 இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் முதன்மையான ஆக்கம் செய்யும் மாநிலங்களின் இயற்கை நில எண்ணெயின் அன்றாட ஆக்க அளவின் மதிப்பீடு சுருங்கக் கூறப்பட்டுள்ளது.

பெட்ரோலிய ஆய்வும், ஆக்கம் செய்யும் தொழில் நுட்பமும். பல வழிகளில், இயற்கை நில எண்ணெய்க்கான ஆய்வும், ஆக்கம் செய்வதற்கான தொழில் நுட்பமும் இயற்கை வளிமத்தைப் போன்றே அமைகின்றன. காண்க, இயற்கை எரிவாயு.

பெட்ரோலிய எரிபொருள்கள். பெட்ரோலிய எரிபொருள்கள் பெரும்பாலும் பல்வேறுபட்ட ஹைட்ரோக் கார்பன்களுடன் பல்வேறுபட்ட கூட்டுப் பொருள்களும் (additives) சிறிதளவில் அயற்பொருளும் (impurities) கலந்துள்ளதால், அவற்றின் செயற் பண்புகளை, வேதியியல் ஆய்வின் வழியாக மட்டும் கண்டறிவதில்லை. ஆனால் அதற்குப் பதிலாகப் பல இய்ற்பியல் சோதனைகளும் (tests) மற்றும் ஆக்டேன் எண்கள் (octane number) ரெய்ட் ஆவி அழுத்தம் (Reid vapor pressure) காய்ச்சி வடித்தலின் வெப்பநிலை (distillation temperature) இயக்க வடிவஇயல் பிசுப்புத் தன்மை (kinematic viscosity) ஒப்படர்த்தி, (specificgravity) பாயும் நிலை (pour point) ஒளிதெறிப்பு நிலை (flashpoint), நிறம் (color) மற்றும் கரிப்புத் தன்மை (corrosiveness) போன்ற பண்புகளும் எரிபொருளின் திறமையான செயற்பாட்டினை முழுவதுமாக விவரிப்பதற்குத் தேவையாகின்றன. மேலும் தனித் தன்மை வாய்ந்த வேதியியற் குறிப்புகள் முதன்மையானவையாகத் தோன்றுகின்றன. அவை பெட்ரோலியத்திலுள்ள சல்ஃபர், காரீயம் (lead), பாஸ்பரம், நீர், படிவு (sediment) பசையை உண்டாக்கும் பொருள்கள் (gum-forming materials) போன்றவையாகும்.

பெட்ரோலிய எரிபொருள்கள், பரந்த எல்லையைக் கொண்ட தேக்கி வைக்கப்பட்ட ஊட்டப் பொருள்களைக் (feed stock) கொண்டு தூய்மைப் படுத்தப்பட்டுக் கிடைப்பதன் காரணமாயும், பல பெரிய சிறிய வழங்கீட்டாளர்களால் பெட்ரோலிய எரிபொருள்கள் தூய்மைப்படுத்தப்பட்டுப் பகிர்ந்தளிப்பதன் காரணமாயும், பருவ காலங்களுக்கேற்பவும், உள்நாட்டின் நிலஇயல் தன்மை நிலப்பகுதியின் தன்மைகளுக்கு ஏற்றாற் போன்றும் (local geography and terrain) தனித்தன்மை வாய்ந்த தேவைக்ளைக் கருத்தில் கொண்டு வழங்கீட்டாளர்களால் பெட்ரோலியப் பொருட்களை தக்கவாறு மாற்றி அமைப்பதாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சார்ந்த எரிபொருளின் தேசிய சராசரிப் பண்பினை (national average of the properties) எரிபொருள், விளை பொருட்களின் (fuel products) மாதிரிகளைப் பெரும் அளவில் தக்க கால இடைவெளிகளில் சோதித்துக் கண்டறியலாம். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் பல்லாண்டுகளாக, சுரங்கங்களுக்கான செய்திகளை அறிவிக்கும் அலுவலகமும் (U. S. Bureau of Mines) உள்நாட்டிற்கான துறையும் (U. S. Department of the Interior) அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்தினரும் (American Petroleum Institute) இணைந்து கூட்டு முயற்சியாக மாதிரிகளை ஆய்ந்தறியும் இத்தகைய தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தின.

இந்தக் குறிக்கோளை முன்னிட்டுப் பெட்ரோலிய எரி பொருள்கள் கீழ்க்கண்ட நான்கு பெரிய வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவையாவன, உந்து வண்டிகளுக்கான கேசொலின்கள் (motor gasolines), டீசல் எரிபொருள் எண்ணெய்கள் (diesel fule oils), அடுப்பு எரிபொருள் எண்ணெய்கள் (burner fuel oils) விமானச் சுழலிகளுக்கான எரிபொருள்கள் (aviation turbine fuels) என்பனவாகும்.

உந்து வண்டிகளுக்கான கேசொலின்கள். 1946 ஆம் ஆண்டிலிருந்து வரலாற்றுக் குறிப்புகளிலேயே வழக்கமான விலையினைக் கொண்ட கேசொலின் (regularprice gasoline) என்றும் மற்றும் மிகை மதிப்பு விலையினைக் கொண்ட கேசொலின் என்றும், இயற்பியற்பண்புகளை முக்கியக் கூறாகக் கொண்டு கேசொலின் பிரிக்கப்பட்ட போக்கினைக் காணலாம். அண்மையில் 50 தூய்மிப்பாளர்களிடமிருந்தான 5000 மாதிரி விளை பொருட்கள் பணி நிலையங்களிலிருந்து (service stations) திரட்டப்பட்டன. பெரிய, சிறிய வழங்கீட்டாளர்களிடமிருந்து பெட்ரோலிய விளைபொருள்கள் சேகரிக்கப்பட்டுப் பல்வேறுபட்ட தூய்மிப்பாளர்களுடைய (refiners) உந்து வண்டித் தயாரிப்பாளர்களுடைய மற்றும் வேதியியல் நிறுவனங்களுடைய ஆய்வுக் கூடங்களில் இப்பொருள்கள் சோதிக்கப்பட்டு, அச்சோதனைகளின் முடிவான குறிப்புகள் சுரங்கங்களுக்கான செய்திகளை அறிவிக்கும் அலுவலகத்திற்கு ஆய்விற்காகவும் தொகுப்பிற்காகவும் அனுப்பப்படுகின்றன. வழக்கமாக, இச்சோதனைகளில் சோதனைக்கும் பொருள்களுக்குமான அமெரிக்கக் கூட்டுக் கழகத்தினரால் (American Society for Testing and Materials ASTM) பரிந்துரைக்கப்பட்ட சோதனை முறைகளே பின்பற்றப்படுகின்றன.

ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக்கொண்டு செல்வதற்கான தானியங்கிகளுக்குக் கேசொலின் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. இந்தக் கேசொலினானது பெட்ரோலியத்தை நேராகவும் வெப்பச் சிதைவின் வழியாகவும் (straight run and thermally cracked stocks) பெறப்பட்ட பெட்ரோலியப் பின்

னங்களின் (petroleum fractions) கலப்பினைக் கொண்டதாகும். இதனுடன் ஒப்பிடும்போது, தற்காலத்திலுள்ள எரிபொருள்கள் வினையூக்கிச் சிதைத்தல் (catalytic cracking), ஆல்கைலேற்றம் (alkylation), வினையூக்கி மாற்றியமைத்தல் (catalytic reforming), பல்லுறுப்பாக்கங்கள் (polymerizations), சமமாற்றாக்கங்கள் (isomerizations) ஹைட்ரஜன் முன்னிலையில் சிதைத்தல் (hydro cracking) ஆகியவற்றின் வழியாகப் பெறப்படும் கலப்புக்களின் சிக்கல் வாய்ந்த கலவை (complex mixture of blends) யாகும். இதனுடன் உள் கனல் பொறியின் (internal combustion engine) ஒட்டு மொத்தமான திறமையையும், நம்பத் தகுந்த தன்மையையும் மேம்படுத்துவதற்காகச் சிறிய அளவுகளில் சேர்க்கைப் பொருள்கள் (additives) சேர்க்கப்படுகின்றன. 1925 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு 1950 ஆம் ஆண்டு வரை, பொறி அமைப்புகளின் அமுக்க விகிதம் (compression ratio) மெதுவாகவும், ஒரே சீராகவும் உயர்ந்து வந்துள்ளது. 1950 ஆம் ஆண்டின் போது இத்தகைய உயர்வு மிக உயர்வாக அமைந்து, 1960ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்ட காலத்தில் இவ்வுயர்வு சம நிலை அடைந்தது. ஒட்டுமொத்தமான எந்திரத்தின் செயல் திறத்தையும் அதன் திறமையையும் மேம்படுத்துவதற்காகவே இவ்வமுக்க விகிதம் உயர்த்தப்படுகின்றது. அமுக்க விகிதத்தை உயர்த்துவது எரிபொருள் உட்கூறில் நேரடியான விளைவுகளைக் கொண்டுள்ளது. ஏனெனில்அமுக்கவிகிதத்தை உயர்த்தும்போது, உள் வெடிப்பினைத் (knocking) தடுப்பதற்கு, எரிபொருளின் ஆக்டேன் எண்ணை (octane number) உயர்த்துவது தேவையாகின்றது. காரீய ஆல்கலைகளைச் (lead alkyls) சேர்ப்பதனால், பகுதி அளவில் ஆக்டேன் எண்ணை உயர்த்த இயலும். ஆனால் பெரும்பாலும், பெட்ரோலியம் தூய்மைப்படுத்தும் முறைகளில் மாற்றங்கள் செய்து ஆக்டேன் எண் உயர்த்தப்படுகின்றது. இத்தகைய மாற்றங்கள் இல்லாதிருக்கும்போது, ஒரு பீப்பாய் இயற்கை நில எண்ணெயிலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய கேசொலினின் அளவு மிகக் குறைவாய் இருக்கும்.

செயல்திறக் குறிக்கோள்களை அடைய உதவுவதற்காகத் தானியங்கிகளுக்குப் பயன்படுத்தும் கேசொலினில் (automotive gasoline) மற்ற மாற்றங்களும் 1950 ஆம் ஆண்டிலும், 1960 ஆம் ஆண்டிலும் செய்யப்பட்டன. காற்று எரிபொருட் கலப்பியில் (carburetor) பனிக்கட்டி உருவாவது உருக்குலைவு உண்டாவது (Icing and fouling) கட்டுப்பாட்டிதழ்களிலும் பொறிகளிலும் படிவுப் பொருள்கள் படிவது தீப்பொறி உண்டாக்கு அமைப்புகளில் உருக்குலைவு (spark plug fueling) எரிபொருள் அமைப்புக் கரிப்பு (fuel system corrosion) குறைந்த எரிபொருள் பகிர்வீடு (poor fuel distribution) போன்ற பிரச்சினைகளைக் குறைப்பதற்கு உதவுவதற்காக, கூட்டுப் பொருட்கள் (additives) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

இக்கூறுகள் யாவும், தற்காலத்தில் மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்த கேசொலின் உருவாக்கங்களைச் (gasoline formulation) செய்யத் தூண்டுகின்றன. 1960 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு, சுற்றுச் சூழல் பற்றிய பிரச்சினைகள் (ecological problems) கேசொலின் பயன்பாட்டுடன் இணையத் தொடங்கின. உட்கனல் பொறியில் கேசொலினை எரியவைக்கும்போது எரியாத ஹைட்ரோக் கார்பன்களுடன், சிறிய அளவுகளில் கார்பன் மோனாக்சைடும், நைட்ரஜன் ஆக்சைடும் உருவாக்கப்பட்டு வளிமண்டலத்திற்கு வெளியேற்றப்பட்டன. எரிந்தபின் தோன்றும் பேரளவுப் பொருள்கள் கார்பன்-டை-ஆக்சைடும் நீரும் ஆகும். 1970 ஆம் ஆண்டின் நடு முதற் கொண்டு அதன் இறுதிவரை எரிபொருள் தொழில் நுட்பத்தில் (fuel technology) புதிய முறைகளைக் கண்டறிய தூண்டல் ஏற்பட்டது. புதிய எரிபொருள் தேவையினைக் கொண்டு புதிய தானியங்கிகள் உருவாக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தினாலும் பழைய வகையைச் சார்ந்த தானியங்கிகளுக்குத் தேவையான எரிபொருள்களை உருவாக்க வேண்டிய அவசியமும் ஏற்படுகின்றது. தற்போதுள்ள கேசொலின் தரங்களின் (grades of gasoline) தேவையுடன், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட புதியதரங்களைக் கொண்ட கேசொலின்களும் தேவைப்படலாம்.

எதிர் உள் வெடிப்புப்பண்பு. ஊடாட்டப் பொறியின் (reciprocating engine) தீப்பொறியை உண்டாக்கும் அமைப்பின் வழியாக (spark ignition) எரிபொருளைத் தீப்பற்றவைக்கும் முறையில், மிகவும் திறமையான பயன்பாட்டினைப் பெறுவது நீண்ட நாள் போக்காக உள்ளது. இத்தகைய போக்கு 1965 முதல் வரையிலான ஆண்டுகளில் உச்ச நிலையை அடைந்தது. 1971 ஆம் ஆண்டிலும் 1972. ஆம் ஆண்டிலும், அமெரிக்க நாடுகளின் பயணிகளுக்கான வண்டிகளின் பொறிகளின் அமுக்கவிகிதம் குறைக்கப்பட்டது. பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்புகளால், மிக்க அளவில் ஆக்கம் செய்த நல்ல ஆக்டேன் பண்பினைக் கொண்ட காரீயம் கலக்காத கேசொலினைக் கொண்டு (unleaded gasoline) இயக்குவதற்கேற்றவாறு, அமுக்கவிகிதம் குறைக்கப்பட்டது. இத்தகைய பண்பு, ஆய்வு ஆக்டேன் எண் (ஆ. ஆ. எ.) (research octane number RON) 91 எனவும், உந்துவண்டி ஆக்டேன் எண் (உ. ஆ. எ) (motor octane number MON) 83 எனவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. (ஆக்டேன் எண் என்பது பின்னர் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.)

காரீயத்திற்கு மிக்க உணர்வினைக் கொண்ட வினையூக்கப் பொருள்களைக் (catalytic reactors) கொண்ட புதிய வண்டிகளுக்காகக் காரீயம் கலக்காத கேசொலின்களை வழங்கும் தேவையுடன், தானியங்கி பொறிகளில், காரியப் பேருந்துகள்கள் வெளிப்பாட்டி

னைக் (lead particulate emissions) குறைப்பதும் குறிக்கோளாக உள்ளது. எவ்வாறிருப்பினும் அறிவியல் அடிப்படையில் இந்தக் குறிக்கோள் கருத்து மாறுபாட்டுக்குரியதாகவே உள்ளது. இரு கூடுதல் தனிமங்களான பாஸ்பரமும் கந்தகமும் வினையூக்கிகளுக்கு ஊறுவிளைவிக்கும் என்று கருதப்படுகின்றது. கடந்த காலங்களில் கேசொலினில் பாஸ்பரம் கூட்டுப்பொருட்களைச் (additives) சேர்த்தபோது எந்திரத்தின் செயல் நிறைவேற்றத்திற்கு நன்மை பயப்பதாய் அமைந்தது. கேசொலினில் கந்தக அளவு இடைவெளிகள் குறைவாக இருக்கவேண்டும். இந்த அளவை மேலும் குறைப்பதற்கு நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

பல்வேறு காரணங்களினால், பழைய உந்து வண்டிகளுடன் (1970) ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது. புதிய தானியங்கிகளின் வெளியேற்றங்களில் ஹைட்ரோக்கார்பன் கார்பன் மோனாக்சைடு, நைட்ரஜன் ஆக்சைடு வெளியேற்றங்களின் படிப்படியான குறைந்த எல்லைகள், கேசொலினிற்கான மைல் எண்ணிக்கை மிக்க விளைவினைக் கொண்டுள்ளன. அவை யாவன,குறைந்த அமுக்க விகிதம்(reduced compression ratios) கேசொலினிற்கான மைல் எண்ணிக்கையையும் (easoling mileage), திறன் வெளியீட்டையும் குறைத்தல், பெரிய பொறி அளவோ அல்லது பற்சக்கர அமைப்பின் உயர்ந்த விகிதமோ (increased gear ratios) (குறைந்த அமுக்க விகிதத்தின் காரணமாக இழந்த திறனை மீட்பதற்காக), கேசொலினிற்கான மைல் எண்ணைக் குறைத்தல், நைட்ரஜன் ஆக்சைடு வெளியேற்றத்தினைக் குறைப்பதற்காக, பொறி வெளியேற்றத்திலமைந்த வளிமத்தை மீள்சுற்றுக்குப் பயன்படுத்தும்போது (use of exhaust gas recirculation) கேசொலினுடைய மைல் எண் குறைக்கப்படல், வெளியேற்றங்களைக் குறைப்பதற்காக தீப்பொறியை உண்டாக்கும் அமைப்பில் அவ்வமைப்பு இயங்கும் கால அளவினைச் சிறிது முன்னதாக அமைக்கும் போது (operation at non-optimum spark advance settings) கேசொலினிற்கான மைல் எண்ணிக்கைக் குறைக்கப்படல் என்பனவாகும். இத்தகைய மாற்றங்களின் ஒருங்கிணைந்த விளைவுகள் அட்டவணை 12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அட்டவணையில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் இயக்கப்படும் பயணிகள் உந்து வண்டிகளினுடைய சராசரி கேசொலின் மைல் எண்ணிக்கையின் (average gasoline mileage) வெளியேற்றத் தரத்தின் விளைவும் மற்றும் மேம்பாடடையச் செய்த பொறிகளும் பொறி மாறுபாடுகளுடன், வெளியேற்றத் தரங்களுக்கான விளைவுகளுடன் உந்துவண்டியின் எடை, வடிவமைப்பு மாற்றங்களின் விளைவும் அடங்கியுள்ளன.

1970 ஆம் ஆண்டில் எந்திரங்களில் உயர் அமுக்கவிகிதத்தை அமைக்கும் போக்கும், 1971 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு பொறிகளில் குறைந்த

அட்டவணை 12.

மாதிரி உந்து வண்டிகளின் ஆண்டுகள்	கேசொலினிற்கான மைல் எண்ணின் குறைப்பு விழுக்காட்டில்
1968—1973	7.7
1968—1972	5.0
1972—1973	10.0
1968—1973	15.0
1970—1973	17.0[அ]
1965—1975	26.0[அ]
1974—1975	6.3

அமுக்க விகிதத்தை அமைக்கும் போக்கும், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் உந்து வண்டிகளில் பரந்த வேறுபட்ட ஆக்டேன் எண்ணைக் கொண்ட கேசொலின் தேவைகளுக்கும் தொடர்ந்து மாறக்கூடிய ஆக்டேன் எண்ணைக் கொண்ட கேசொலின் தேவைகளுக்கும் அடிகோலியது. வேறுபட்ட ஆக்டேன் தேவைக்கான இடைவெளிகளையும் எதிர் உள்வெடிப்பிற்காகக் காரீய கூட்டுப் பொருட்களைச் சேர்ப்பதற்கான (lead anti knock additives) எல்லைகளையும் நிறைவு செய்ய, விற்பனை செய்யும் இடங்களில் பல கூடுதல் தரங்களைக் கொண்ட கேசொலின்கள் விற்பதற்கு அடிகோலியது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்புக்களில் உண்டாக்கும் காரீயமற்ற கேசொலினின் ஆக்டேன் எண்ணை உயர்த்துவது விற்பனைத் தேவையைச் சார்ந்து அமைவது. பல தனித்த் ஆய்வுகளின் வழியாக அறியப்படுகின்றன. தூய்மையாக்கும் நிலையங்களில் 1971 ஆம் ஆண்டில் இருந்த ஆ. ஆ. எண். (RON) மதிப்பான 88 - 89 இனை 1977, 1980 ஆம் ஆண்டுகளில் சரியாக 92 முதல் 94 அளவிற்கு மேலும் உயர்த்தியது. காரீயம் நீக்குவதற்கான திட்டமிடப்பட்ட கால அட்டவணையைச் சார்ந்து அமைந்தது. இந்த ஆ. ஆ. எண்ணின் எல்லைகள், பல கூறுகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. அவையாவன, (1) காரீயத்தை நீக்குவதால் தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் பல்வேறுபட்ட பாய்வுகளில் (refinery streams), கலப்புகளைச் (blending) கட்டற்றுப் பயன்படுத்துவது குறைக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறாக வழங்கப்பட்ட ஆ. ஆ. எ. இன் எல்லையில் போதுமான தரக் கட்டுப்பாட்டை (quality control) நிலைநிறுத்துவதற்குச் சராசரி ஆ. ஆ. எ இணை ஒட்டுமொத்தமாக உயர்த்துவது தேவையாகின்றது. (2) படிவுகள் சேர்வதாலும், சராசரிக் கால அளவினைச் சரிசெய்வதில் தவறுகள் காரணமாகவும் (average timing mal adjustments) ஒட்டுமொத்தமான பொறியின் நிலையின் காரணமாகவும்

அட்டவணை. 13. தானியங்கி கேசொலினில் சேர்க்கப்படும் கட்டுப் பொருள்களும், அதன் செயல்களும்.

கூட்டுப்பொருள் (additive)	செயல்
எதிர் உள் வெடிப்புச் சேர்மங்கள் (antiknock compounds) நீக்கிகள் (Scavengers).	ஆக்டேன் எண்ணை உயர்த்துகின்றது. எதிர் உள் வெடிப்புச் சேர்மங்களின் எரிந்த பின் தோன்றும் பொருள்களை நீக்குதல்.
எரிக்கும் அறையில் தோன்றும் படிவுப் பொருள்களை மாற்றியமைப்பவை (combustion chamber deposit modifiers).	மேற்பரப்பில் தீப்பற்றுதலை அடக்கி, தீப்பொறி உண்டாக்கும் அமைப்பின் உருக்குலைவைத் (spark plug fouling) தடுக்கின்றது.
ஆக்சிஜனேற்றத்தைத் தடுக்கும் பொருள்கள் (anti oxidants).	தேக்க நிலைத் தன்மையை வழங்குகின்றது.
உலோகத்தைச் செயற்படுத்துதலைக் குறைப்பன (metal deactivators).	தேக்க நிலைத் தன்மைக்கு உதவுகின்றது.
துருப்பிடிப்பதைத் தடுக்கும் பொருள்கள் (anti-rust agents).	கேசொலினைக் கையாளும் அமைப்புகளில் துருப் பிடிப்பதைத் தடுக்கின்றது.
பனிக்கட்டி உருவாவதைத் தடுக்கும் பொருள்கள் (anti-icing agents).	காற்று-எரிபொருட் கலவை ஆக்கும் கருவியல் (carburetor) பனிக்கட்டி உருவாவதைத் தடுப்பதும் மற்றும் எரிபொருள் அமைப்பில் உள்ளவை உறையாமலிருக்கவும் உதவுகின்றது.
தூய்மையாக்கும் பொருள்கள் (detergents).	காற்று எரிபொருள் கலவை ஆக்கும் கருவியிலும் தூண்டும் அமைப்பிலும் (induction system)) தூய்மையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது.
உருளையின் மேற்புறத்திற்கான உராய்வைக் குறைக்கும் எண்ணெய்ப் பொருள்கள் (upper cylinder lubricants).	உருளையின் மேற்புறப் பரப்புக்களில் உராய்வைக் குறைக்கின்றது. உட்கொள்ளும் அமைப்பின் படிவுப் பொருள்களைக் (intake system deposits) கட்டுப்படுத்துகின்றது.
வண்ணச் சாயங்கள் (Dyes).	எதிர் உள் வெடிப்புச் சேர்மங்கள் இருப்பதைக் காட்டுவதுடன் கேசொலின் வகைகளையும் அதன் ஆக்க வகைகளையும் அடையாளம் காட்டக் கூடியது

பயன்படுத்திக் கொண்டிருக்கும் தானியங்கிகளில் சராசரி ஆ. ஆ. எண்ணின் அளவு தானியங்கித் தயாரிப்பாளர்களுடைய புதிய உந்து வண்டிகளுக் கான (new cars) ஆ. ஆ எண்ணின் இலக்கினைக் காட்டிலும் பொதுவாக ஓரளவு உயர்ந்ததாகும். (3) விரும்பத்தக்க வெளியேற்றக் கட்டுப்பாடுகளை (emission controls) தானியங்கித் தயாரிப்பாளர்கள் அடைந்த பின்னர், வெளியேற்றக் கட்டுப்பாடு களின் காரணமாக, இழந்த திறமையை மீண்டும் பெற, உயர்ந்த ஆக்டேன் தேவைகளைக் (higher octane requirements) கொண்ட எந்திரங்களை வடிவமைப்பதற்கு முனைவார்கள். மேலும் (4) பாதுகாப்பினை (safety factor) விரும்பு வதன் காரணமாக, ஒரு குறிப்பிட்ட விழுக்காடு உந்து வண்டி ஓட்டுநர்கள் பரிந்துரைக்கப்பட்ட அளவைக் காட்டிலும் உயர்ந்த ஆக்டேன் அளவினைக் கொண்ட கேசொலீனை வாங்கும் பொது வான போக்கு காணப்படுகின்றது.

கூட்டுப் பொருட்கள். (Additives). சிலநூறு ப.ஒ.மி. முதற்கொண்டு பல நூறு ப. ஒ. மி. (பகுதிகள், ஒரு மில்லியனில்) அளவு வரை செறிவூட்டங்களில், இப் பொருட்கள் கேசொலினில் சேர்க்கப்படுகின்றன. மேலும் பல பொருள்கள்தற்காலக்கேசொலினில் முக் கிய கூறாக அமைந்துள்ளன. கேசொலீனில் சேர்க் கப்படும் கூட்டுப் பொருள்களைக் காற்று மாசுறு தலைக் கட்டுப்படுத்தும் ஆணையகத்துக்குத் (air pollution authorities) தெரிவித்துப் பதிவு செய்துகொள்ள வேண்டும். கேசொலீன் கூட்டுப் பொருள்களைத்

தயாரிப்பவர்களும், பயன்படுத்துபவர்களும் இந்த அதிகாரிகளுக்கு, இவற்றின் செயற்பாடு, வேதியியல் உட்கூறு (chemical composition) பரிந்துரைக்கப்பட்ட அளவு (recommanded dosage) இக்கூட்டுப்பொருட்கள் எரிந்தபின் வெளியேற்றத்தில் தோன்றும் பொருட்கள் (emission products) ஆகியன பற்றிய விவரங்களைத் தெரிவிக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 13 இல், வகையைச் சார்ந்தும் இயக்கத்தைச் சார்ந்தும் (type and function) கேசொலின் கூட்டுப் பொருள்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கேசொலினை விற்கும் தனித்தனி விற்பனையாளர்களிடையே, ஒவ்வொரு கூட்டுப் பொருளினுடைய எண்ணும், வகையும் அளவும் வேறுபடும். சில நேரங்களில் ஒரே வேதியியற் சேர்மத்தில் (chemical compound) பல செயல்களைச் செய்யத் தக்கவாறு வேதியியற் பொருள்களைச் சேர்த்துப் பல செயல் புரியும் கூட்டுப் பொருளினை வழங்குவர். தானியங்கி வெளியேற்றங்களில் கடுமையான கட்டுப்பாடுகளின் காரணமாக நீட்டிக்கப்பட்ட இடைவெளியைக் (extended-range) கொண்ட தூய்மையாக்கும் பொருள்களின் (detergents) உருவாக்கத்திற்குக் கொண்டு சென்றது. எந்திரத்தின் உச்சச் செயல்திறத்தின் போது (peak engine penformance) எந்திரத்தின் தூய்மையை நிலைநிறுத்துவதற்கேற்றவாறு இத்தகைய தூய்மையாகும் பொருட்கள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மை. உச்சப் பொறிச் செயல் திறத்துக்கு (peak engine performance) ஏற்றவாறு நீர்ம எரிபொருளின் எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மையை உகந்தவாறு அமைப்பது இடர்ப்பாடாகவே உள்ளது. எரிபொருளின் எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மையை உகந்தவாறு அமைக்கும்போது, ஒவ்வாத செயற்பாட்டு நிலை வரும். நிறைமான இயக்கத்துடனும் (drivability) ஆக்டேன் தரத்துடனும் (octane quality) தானியங்கியின் வெளியேற்றங்களைக் (automotive emissions) குறைப்பதற்கு ஏற்ற கேசொலின் ஆக்கத்திற்கு, வேறுபட்ட எளிதில் ஆவியாகுந் தன்மையுடைய எரிபொருள்கள் தேவையாகின்றன. எரிபொருளைக் கையாளும்போது, ஆவியாதல் வழியாக உண்டாகும் இழப்புகளைக் குறைப்பதற்கும், வெளியேற்றும் அமைப்புகளைக் கொண்ட உந்து வண்டிகளில் (emission system equipped cars) ஆவியை மீட்கும் அமைப்புகளில் (vapor recovery systems) மிக்க சுமையேற்றத்தைத் தவிர்க்கவும் பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கம் செய்பவர்கள், எரிபொருளின் முதன்முனை எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மையினைக் (front end volatility) குறைக்க வேண்டுமெனப் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறாக எரிபொருளை உருவாக்குவதனால், உந்து வண்டியைத் தொடங்குவதற்கும், அதனைச் சூடுபடுத்துவதற்குமான (starting and warm up) விளைவுகள் எதிராகவே உள்ளன. மேலும் சில உந்துவண்டிகளின், தானியங்கி எரிபொருள்களில் (automotive fuels) கலப்பதற்கான உயர்ந்த ஆக்டேன் அளவினையும் (amount of high octane) தூய எரிவிப்பைக் கொண்ட பூட்டேனையும் (clear burning butane) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் குறைக்கவும் காரணமாய் அமைகின்றது. இதற்கு மாறாகப் பெட்ரோலியத்தைத் தூய்மையாக்கம் செய்பவர்கள் இறுதிக் கொதி நிலைகளைக் (final boiling points) குறைப்பதற்காக இடைநிலை, உயர் கொதிநிலை இடைவெளிகளில் (mid and upper boiling ranges) எரிபொருளின் எளிதில் ஆவியாகுந் தன்மையை உயர்த்த வேண்டும் என்றும் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றது. பொறியைச் சூடுபடுத்துவதற்கான காலத்தில் (warm up period) குறைந்த வெளியேற்றங்களை (reduced emissions) வழங்குவதற்காக, உந்து வண்டிகளை வடிவமைப்பதற்கு இத்தகைய மாற்றங்கள் எளிமையை வழங்குகின்றன. மேலும் இதன் காரணமாக உந்துவண்டிகளின் ஒட்டு மொத்தமான இயக்கத்தில் நன்மை பயக்கத்தக்க விளைவினையும் கொண்டிருக்கும். பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கும் நிலையைக் (கண்ணோட்டத்தில்) காணும்போது, கேசொலினில் கலப்பதற்கேற்ற உயர் ஆக்டேன் கூறுகளின் (high octane components) அளவினை இத்தகைய மாற்றங்கள் குறைக்கின்றன. மேலுல் இதன் காரணமாக 1970ஆம் ஆண்டு நடுவரை, தூய்மையாக்கும் நிலையங்களில் ஆக்கம் செய்யும் கேசொலினின் பருமன் அளவு பெரிய அளவில் குறைகின்றது. மேலும் எரிபொருளை எளிதில் ஆவியாகும் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றங்களைச் செய்வதற்கான பதப்படுத்தும் சாதனத்திற்குப் (processing equipment) பெரும் அளவில் செலவுசெய்ய வேண்டியுள்ளது. மேலும் தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் இயக்கச் செலவுகள் (operating ccsts) கூடுதலாகவும் அமைகின்றது.

டீசல் எரிபொருள்கள். கூட்டு முயற்சியாக, 1950 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு சுரங்கங்களுக்கான செய்திகளை அறிவிக்கும் அலுவலகம் (bureau of mines) கேசொலின் ஆய்வினைப் போன்றே, டீசல் எரிபொருள் ஆய்வின் (diesel fuel survey) முடிவுகளை வெளியிட்டுவருகின்றது. அண்மையில் நடந்த ஒரு வகையான ஆய்வில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் முழுவதும் பரந்த அளவிலமைந்த நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட பெரிய மற்றும் சிறிய பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கும் நிலையங்களிலமைந்த 30க்கும் மேற்பட்ட தூய்மையாக்கம் செய்பவர்களால் தயாரிக்கப்பட்ட டீசல் எரிபொருளின் 250 மாதிரிகள் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளன. 1960 ஆம் ஆண்டிற்குப் பிற்பட்ட காலம் வரையில், நான்கு வகையான டீசல் எரிபொருள்கள் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வகைகளாவன (1) நகரப் பேருந்து, மற்றும் அதைப் போன்ற இயக்கங்களுக்கான டீசல் எரிபொருள் எண்ணெய்கள் (diesel fuel oils), (2) சரக்கு வண்டிகள்

(trucks) எந்திரக் கலப்பை வண்டிகள் (tractors) அதைப்போன்ற பணிகளைச் செய்யும் டீசல் பொறிகளுக்கான எரிபொருள்கள், (3) இருப்புப் பாதையில் செல்லும் டீசல் பொறிகளுக்கான எரிபொருள், (4) பெரிய நிலையான கடல் சார்ந்த டீசல் பொறிகளுக்கான பளுவான வடிக்கப்பட்ட எரிபொருளும், மீதமுள்ள எரிபொருள்களும் என்பனவாகும்.

டீசல் எரிபொருள் பண்புகளில் அண்மையில் நிகழ்ந்த மாற்றங்கள் மற்ற எரிபொருள்களுடனோ அல்லது செயல்முறைக்கான பொருள்களுடனோ பயன்படுத்துவதற்காகக் கிடைக்கும் வடிக்கப்பட்ட கலப்புப் பொருள்களில் போட்டி உண்டாவதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, தாரை விமானங்களில் பயன்படுத்தும் எரிபொருள் பயன்பாட்டின் விரைவான உயர்வினால், எளிதில் ஆவியாகும் தன்மை வாய்ந்த நேரடியாகப் பெறப்படும் டீசல் கூறுகள் கிடைப்பது பெரும் அளவில் குறைந்து விட்டது. இவ்வாறாக, டீசல் எரிபொருளில் சிதைவுற்ற பொருளின் பின்ன அளவு (fraction of cracked stocks) தொடர்ந்து உயர்கின்றது. சிதைவுற்ற தேக்க எண்ணெயினை (cracked stocks) அய்ட்ரஜனேற்றம் செய்வதால் அதன் கந்தக அளவைக் குறைப்பதுடன் நிலைத்தன்மையை மேம்பாடடையச் செய்து அதனுடைய திறமை குறைந்த செயற்பாட்டினை, திருப்தியான டீசல் கூறுகளுக்கு ஏற்றவாறு உயர்த்துகிறது. பெரும்பான்மையான பண்புகள் சமநிலை செய்யப்பட்டுள்ளன. ஆனால் சீட்டேன் எண் (cetane number) மெதுவாகக் குறைக்கப்பட்டுவருகின்றது. ஆற்றலுக்கான தேவைகள் வளரும்போது, இத்தகைய போக்கு தொடருமென எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. (சீட்டேன் எண் என்பது பின்னர் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது)

சரக்கு வண்டிப் பயன்பாடுகளுக்கான பெரும்பான்மையான டீசல் பொறிகளில் 1970 ஆம் ஆண்டின் இடையில் கிடைத்த சரக்கு வண்டி எந்திரக் கலப்பை வண்டிகளுக்கான எரிபொருள் நிறைவான இயக்கத்தை வழங்கியது. இத்தகைய வகையீட்டின் வழியாகப் பரந்த எல்லையைக் கொண்ட எரிபொருள்களை வகைப்படுத்துவது இயலத் தக்கதாகின்றது. மேலும் இத்தகைய வகையீட்டில் தோன்றும் வேறுபாடுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பொறியின் செயற்பாட்டில் மிக்க விளைவினைக் கொண்டிருக்கும். காற்றின் பண்புகளை மேம்படுத்துவற்கான முயற்சியின் காரணமாய், பொறிவெளியேற்றங்களைக் குறைப்பதற்காகப் பொறி வடிவமைப்பு மாற்றங்களைச் (engine design changes) செய்ய வேண்டியுள்ளது. இதற்கு முன்பாக, கூடுதல் திறன்வெளியீடு (increased power out put) மேம்பட்ட எரிபொருள் பொருளாதாரம் (improved fuel economy) போன்ற தனிமேம்பாடுடைய கூறுகள், புகை, நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகள், கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைடிரோக்கார்பன் வெளியேற்றங்களைக் குறைப்பதற்கான முக்கிய நிலையைத் தோற்றுவித்தன, எந்திர வெளியேற்றங்களைக் குறைப்பதற்காக, வடிவமைக்கப்பட்ட மேம்பாடு செய்யப்பட்ட பொறி சீட்டேன் எண்ணெயும் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மைக்கான எரிபொருள் விவரங்களின் இடைவெளியினையும் ஒரு வேளை குறைக்கச் செய்யலாம்.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் விற்பனை செய்யப்படும் மொத்த டீசல் எரிபொருள் எண்ணெயில் 75% அளவு வாகனப் போக்குவரத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சரக்குவண்டிகளும், உந்து வண்டிகளும் (trucks and buses) 45% அளவிலும், இருப்புப்பாதைக்கான பொறிகள் 25% அளவிலும், கடல் சார்ந்த எந்திரங்கள் 5 % அளவிலும் பயன்படுத்துகின்றன. தொழில் நிலையங்களும், மற்ற பயன்படுத்தும் சாதனங்களும் படைத்துறையும் மீதமுள்ளதைப் பயன்படுத்துகின்றன. நகர்ப் பகுதிகளில் மின் ஆக்கம் செய்யும் நிறுவனங்கள் டீசல் எண்ணெயினை எரித்து வளிமச் சுழலிகளை இயக்கி மின் திறன் ஆக்கம் செய்கின்றன. குறைந்த தொடக்கச் செலவில் (low initial costs) வளிமச் சுழலிகளை நிறுவி இயக்க வைக்கலாம். மேலும் இவ்வளிமச் சுழலிகள் விரும்பத் தகாத வெளியேற்றங்கள் இன்றி உள்ளன. பயன்படுத்தும் சாதனங்களில் பயன்படுத்தப்படும் டீசல் எரிபொருளின் பின்ன அளவு உயர்ந்து கொண்டு வருகின்றன.

பல்லாண்டுகளாக இரயில் வழிப் பாதையில் பயன்படுத்தப்படும் பொறிகளின் எரிபொருளின் தரம் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் மாற்றம் அடையவில்லை. சில இருப்புப் பாதைகளில் இயங்கும் எந்திரங்கள் தனித்தன்மை வாய்ந்த பொருளாதார வகையில் சிக்கனமான தரத்தினைக் கொண்ட எரிபொருளைக் கொண்டு இயங்குகின்றன. இத்தகைய எரிபொருள்கள் பரந்த அளவில் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையைக் கொண்டும், குறைந்த சீட்டேன் எண்களைக் கொண்டும், எப்பொழுதும் மிகுந்த விழுக்காட்டு அளவில் சிதைவுற்ற தேக்க எண்ணெயைக் கொண்டும் உள்ளன. சிறிய அளவினைக் கொண்ட சரக்கு வண்டிகள் மற்ற எந்திரக் கலப்பை வண்டிகளைப் போன்றல்லாமல் பணியைச் சார்ந்த பெரிய டீசல் பொறிகள் எரிபொருட் பண்புகளுக்குக் குறைந்த உணர்திறனைக் கொண்டதாயும் (less sensitive to fuel properties) மிகச் சரியான தரங்களுக்கும் குறைந்த தரங்களைக் கொண்ட எரிபொருள்களில் நன்கு இயங்கத்தக்கவாறும் உள்ளன.

கேசொலின்களைப் போன்றே, டீசல் எரிபொருள்களிலும், கூட்டுப் பொருள்களைப் (additives) பயன்படுத்துவது, மிகவும் வழக்கத்தில் உள்ளது. சீட்டேன் எண்ணை மேம்படுத்தும் பொருள்களான

ஆல்கைல் நைட்ரேட்டுகள் தீப்பற்றும் பண்பினை மேம்படுத்துகின்றன. எளிதில் தொடங்குதலும் இயக்கத்தில் மென்மையும், தீப்பற்றலைக்கும் பண்பினால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. தேக்க நிலைத் தன்மையை மேம்படுத்தப் பல்வேறுபட்ட கூட்டுப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பல்லுறுப்பி வகை சார்ந்த பொருள்களும் பல வகையான கூட்டுப் பொருள்களும் (polymeric and other types of additives) தூய்மையாக்குவதற்காகவும் பரவலாக்குவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தூய்மையாக்கும் பொருள்கள் (detergents) எரிபொருள் செலுத்தும் குழாய் முனையின் தூய்மையை நிலை நிறுத்தும் தன்மை வாய்ந்தவையாகும், மேலும் இப்பொருள்கள் எரிபொருள் வடிகட்டும் அமைப்பின் வாழ்நாளை (fuel filter life) நீட்டிக்கின்றன. மேலும் பலவகையான டீசல் எரிபொருள்கள், துருப்பிடிப்பதைத் தடுக்கும் பொருட்களைக் (rust inhibitors) கொண்டுள்ளன.

டீசல் எரிபொருளும் தாரை விமான எரிபொருளும் அதிகம் தேவைப்படுவதால் அடிப்படையான தேக்க எண்ணெயைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் (base stock selection) தகுந்த குறைந்த வெப்பநிலைப் பாய்வுப் பண்புகளைக் கொண்ட (low temperature flow characteristics) எரிபொருள்களைப் பெறுவது கடினமாகத் தோன்றுகின்றது. இதன் காரணமாக, பாயும் நிலையைக் குறைக்கக் கூடிய கூட்டுப் பொருள்கள் (pour point depressant additives) மிக்க அளவில் பயன்படுத்துவது தேவையாயிற்று. பல்லுறுப்பு வகை சார்ந்த் அல்லது சாராத இத்தகைய பல்வேறுபட்ட பொருள்கள் (polymeric and non-polymeric materials) உருகு நிலைகளைக் குறைக்கும் திறம் வாய்ந்தவையாயும் இதன் காரணமாக பகிர்வுக் குழாய் அமைப்புகளிலும், உந்து வண்டிகளின் குழாய்அமைப்புகளிலும் மேம்பட்ட பாய்வினை வழங்குபவையாயும் இருக்கின்றன. எவ்வாறிருப்பினும், பனிப்படல நிலையின் போது (cloudpoint) (மெழுகுப் படிகங்கள் முதன் முறையாகத் தோன்றும் குளிர்ந்த வெப்ப நிலையாகும். இந்நிலையின்போது இம் மெழுகுப் படிகங்கள் வடிகட்டும் அமைப்பில் அடைப்புகளை உண்டாக்கும் செயல் மிகக் குறைவாகும்)வெப்பமான இடங்களில் பொருத்தக் கூடிய வடிகட்டும் அமைப்புக்கள் (filters) அல்லது வடிகட்டும் அமைப்பினை வெப்பப்படுத்திகளை (filter heaters) நிறுவுதல் போன்ற எரிபொருள் அமைப்பின் மாற்றங்கள் (fuel system modifications) பாயும் நிலையைக் குறைக்கும் அமைப்புகளாகப் (pour point depressants) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

புகை வெளியேற்றத்திற்கான சட்டங்களின் (smoke emission laws) காரணமாக, உந்து வண்டியை இயககுபவர்கள், புகைக்காத கூட்டுப் பொருள்களைப் பற்றி (anti-smoking additives) ஆய்வுகளை மேற்கொண்டனர், இவற்றில் மிகவும் செயல்திறம் வாய்ந்த கூட்டுப் பொருள்கள்- பேரியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்களாகும். இச்சேர்மங்கள் 1000 ப.ஒ.மி. (பகுதி, ஒரு மில்லியனுக்கு) அளவிலான செறிவூட்டங்களில் மிக்க விளைவினைக் கொண்டவையாய் உள்ளன. பேரியம் கூட்டுப் பொருள்களின் செறிவூட்டங்களின் காரணமாகப் பராமரிப்புச் செலவுகள் மிக அதிகமாகும். மேலும் சில பொறிகளில் பேரியம் உப்புகளின் வழியாகத் தோன்றும் சாம்பல், பிரச்சினைகளை உருவாக்கியுள்ளது. இதனால் தயாரிப்பாளர்கள் டீசல் எரிபொருள்களில் புகைக்காத கூட்டுப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதில்லை. உருவாக்க நிலையிலிருந்து, மற்ற இரு வகையான கூட்டுப் பொருள்கள் வெளிவர இருக்கின்றன. அவையாவன எரிபொருளின் மீது நுண்ணுயிரிகள் தாக்குவதைத் தடுக்கும் நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளும் நகரப் பேருந்துப் பணியில் வெளியேறும் புகையின் நாற்றத்தினைக்குறைப்பதற்காகத் திரையிடும் பொருள்களும் (masking agents) ஆகும்.

விமான எரிபொருள்கள். அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகத்துடன், கூட்டு முயற்சியாக, சுரங்கங்களுக்கான செய்திகளை அறிவிக்கும் அலுவலகம் 1951 ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத்திங்கள் முதற்கொண்டு தேசிய விமான எரிபொருள்களுக்கான ஆய்வு அறிக்கைகளை வெளியிட்டு வந்துள்ளது. பாதுகாப்பு பற்றிய காரணங்களால், உந்து வண்டிகளுக்கான கேசொலினைக் காட்டிலும் விமானங்களுக்கான கேசொலினின் தரக்கட்டுப்பாடு (quality control) மிகவும் கடுமையாக்கப்படுகின்றது. அதேபோன்று விமானங்களுக்கான எதிர் உள் வெடிப்புக் கட்டுப்பாடு மிகவும் கடுமையாகக் கவனிக்கப்படுகின்றது. ஏனெனில் உந்து வண்டி ஓட்டுநரைப் போன்றல்லாமல், ஒரு விமானியால் உயர்ந்த சுற்றுப்புற இரைச்சல் மட்டத்தில் (high ambient noise level) பொறியின் உள் வெடிப்பைக் (knock) கேட்க இயலாது. விமானங்களுக்கான கேசொலினைப் பயன்படுத்துபவர்கள் அதன் எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மை (volatility), உறை நிலை (freezing point), எரிதலின் வெப்ப வெளிப்பாடு (heat of combustion), ஆக்சிஜனேற்ற நிலைத் தன்மை (oxidation stability) ஆகியன பற்றி மிக்க கவனமாயிருப்பர். விமானக்கேசொலினில், ஒரு காலனுக்கு 4.6 மில்லி லிட்டர் அளவில் டெட்ரா எத்தில் ஈயம் (tetraethyl lead) இருக்கும். உந்து கேசொலினில் ஈயத்தை வெளியேற்றுவதற்காகப் பயன்படுத்தும் குளோரைடு/புரோமின் கலவைகளைக் காட்டிலும், உயர் சுமையினைக் கொண்ட விமானங்களில் ஈயத்தினை (lead) வெளியேற்றுவதற்கான (scavenge) கேசொலினுடன் எதிலின் டை புரோமைடு சேர்ப்பது மிகவும் பயனுள்ளது. விமான கேசொலின்களில் மற்ற ஆல்கைல் ஈயங்களான

(alkyl lead) டெட்ரா மெத்தில் ஈயம் (tetra methyl lead) அல்லது மெத்தில் எத்தில் ஈயம் சேர்மங்களைப் (methyl ethyl lead compounds) பயன்படுத்துவ தில்லை. சுற்றுப்புற வெப்ப நிலைகளில் தேக்க நிலையிலேயே விமான கேசொலினுடைய ஹைட்ரோக் கார்பன் உட்கூறுகள் (hydro carbon constituents) ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் போக்கு காணப்படு கிறது. இத்தகைய ஆக்சிஜனேற்றத்தின் விளை பொருள்களாக எரிபொருளில் கரையக்கூடிய பசைப்பொருளும் எரிபொருளில் கரையாத பசைப் பொருளும் (fuel, soluble and fuel, insoluble gums) தோன்றுகின்றன. இவ்விளை பொருள்கள் எந் திரத்திற்குள் செல்லும் எரிபொருளை அளவிடுவதில் குறுக்கிடுவதனால், இவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவது அவசியமாகின்றது. இத்தகைய பயன்பாட்டில் சில வகையான அமைன், பினாலிக் வேதியியற் சேர்மங் கள் நன்மை பயக்கின்றன.

தாரை விமான எரிபொருள்கள். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தாரை விமானங்களின் தொடக்க உரு வாக்க வேலைகளில், வணிகத்தில் பயன்படுத்தும் கெரோசினை (kerosine) எரிபொருளாகப் பயன்படுத் தினர். கேசொலினைக் காட்டிலும், கெரோசினைப் பயன்படுத்துவது ஏனெனில் சில குறிப்பிட்ட பறக்கும் நிலைகளில் கெரோசினுடைய குறைந்த ஆவியாகுந் தன்மையின் காரணமாய் ஆவி அடைப்பு (vapor lock) தோன்றுவது தவிர்க்கப்படுகின்றது. மேலும் கெரோசின் ஒரே சீரான பண்புகளைக் கொண்ட வணிகப் பொருளாகக் கிடைக்கின்றது. முதல் படைத் தாரை விமான எரிபொருள் J P-1 உயர் நிலை யில் தூய்மையாக்கப்பட்ட கெரோசின் ஆகும். இந்தக் கெரோசின் மிகக் குறைந்த உறைநிலை யைக் (freezing point) -60° செ கொண்டது. இத்த கைய குறைந்த உறைநிலையினை உயர்ந்த நாப்தா (naphtha) அளவினைக் கொண்ட தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட இயற்கை நில எண்ணெய்களிலிருந்து பெறப் பட்ட கெரோசினில் மட்டுமே காணலாம். இவ்வெரி பொருளின் தேவை அதிகரித்தபோது படைப் பெட் ரோலியம் பற்றி அறிவுரை வழங்கும் குழு (military petroleum advisory board) JP-1 அல்லது வேறு எந்த விதமான விமானக் கேசொலினைக் காட்டிலும் மிகுந்த அளவில் கிடைக்கும் படைத்தாரை விமான எரிபொருளை உருவாக்குவதற்குப் பரிந்துரைசெய்தது. இரண்டாவதாக உருவாக்கப்பட்ட தாரை விமான எரிபொருளான JP-2 விரும்பத்தக்க அளவில் கிடைக்க வில்லை. கெரோசின் கேசொலின் ஆகியவற்றின் மொத்த கொதிநிலை எல்லையைக் (total boiling range) கொண்டதாய் JP-3 என்ற மற்றொரு எரி பொருள் உருவாக்க முடிந்தது. ஒருங்கிணைந்த ஆய் வுக் குழுவின், (Coordinating Research Ccouncil) சோதனைக்கான கூட்டுத் திட்டத்தில், JP-3 இன் உயர்ந்த ஆவி அழுத்தத்தின் காரணமாக (vapour pressure) மிக உயரத்தில் விமானம் எழும்பும்போது எரிபொருள் ஆவியாக்கப்பட்டு விடுகின்றது (ரெய்ட் ஆவி அழுத்தம் 5 முதல் 7 பவுண்டுகள்) எனக் கண்டறி பட்டது. மேலும், சில எரிபொருள்கள் ஆவியாக்கத் தின் போது, மிகுந்த அளவில் நுரைபொருளை உண் டாக்கியதால் (foamed excessively) காற்றுடன் தொடர்பு கொள்வதற்கான துளைகளின் வழியாக இந்நீர்ம எரிபொருள்களை மிகப் பெரும் அளவில் இழக்க நேரிடுகின்றது. JP-3 எரிபொருளின் இத் தகைய குறைபாடுகளைப் போக்குவதற்காக, ரெய்ட் ஆவி அழுத்தத்தை 0 முதல் 1.3 கிலோ கிராம் வரை குறைத்து JP -4 என்ற எரிபொருள் 1951 ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்டது. இந்த எரிபொருள் 25 முதல் 35% வரை கெரோசினையும் 65 முதல் 75% வரை கேசொலின் மூலக் கூறுகளையும் கலந்தபின் கிடைப் பது. இந்த எரிபொருள் படைத் தேவைகளை நன்கு நிறைவு செய்தது. கொரிய நாட்டுப் போரின்போது (Korean war) விமானந் தாங்கிக் கப்பல்களின் இயக் கத்திற்காகத் தனித்தன்மை வாய்ந்த கெரோசினும் விமானக் கேசொலினும் கலந்த ஒருவகையான எரி பொருள் கடற்படைக் கப்பல்களில் சுழலிக்கான எரி பொருளாக உருவாக்கப்பட்டது. கடற்போரின் போது சேதம் ஏற்பட்டு அபாயமிக்க எரிபொருள் ஒழுக்குகளைக் குறைப்பதற்காக, இவ்வெரிபொருள் விமானந் தாக்கிக் கப்பல்களின் மையப் பகுதி யில் தொட்டிகளில் தேக்கி வைக்கப்பட்டது. ஆனால் இத்தகைய தேக்கத்திற்கான இடம் மிகக் குறைவு. எனவே JP-5 என்ற எரிபொருள் விமானந் தாங்கிக் கப்பல்களுக்காக உருவாக்கப்பட்டது. இந்த எரிபொருள் தனித்தன்மை வாய்ந்த கெரோ சின் ஆகும். இதன் சுடர் தெறி வெப்பநிலை (flash point) 60°செ. ஆகும். இவ்வெரி பொருளின் குறைந்த ஆவியாகுந் தன்மை காரணமாக, விமானந்தாங்கிக் கப்பல்களின் வெளிப்புறத் தொட்டிகளில் பாதுகாப் பாகத் தேக்கி வைக்கலாம். JP -5 இவை விமான கேசொலினுடன் கலந்தபோது, JP -4 போன்ற எரி பொருள் உருவாயிற்று. இதன் பின்னர் கடற்படைப் பயன்பாட்டில் விமானக் கேசொலின் கலப்பு எரி பொருளை (aviation gasoline mixture) நீக்கி விட்டு அதற்குப் பதிலாக JP -5 எரிபொருளை மட்டுமே பயன்படுத்தினர்.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், வணிக முறை யில் போக்குவரத்திற்காகப் பயன்படுத்தும் தாரை விமான எரிபொருள்கள் பொதுக் கட்டமைப்பைச் சார்ந்த ASTM தாரை A, A-1 மற்றும் B வகையான எரிபொருள்களுக்குள் அடங்கும். தாரை A மற்றும் A_1 எரிபொருள்கள் கெரோசின் வகை சார்ந்தனவா கும். தாரை B எரிபொருள் படைக்கான JP -4 எரி பொருளுக்கு ஒப்பானது. தாரை A, A_1 எரி பொருள் தேவை மிகுந்துள்ளது. ஆனால் தாரை

B யின் தேவை குறைந்து காணப்படுகின்றது. தாரை விமானத்தின் எரிபொருள், விமானத்தில் இரண்டு நோக்கங்களை நிறைவு செய்கின்றது. திறனை வழங்குவதுடன் உராய்வைக் குறைக்கும் எண்ணெய்க்கும் பல விமான உறுப்புகளைக் குளிர்விப்பதற்கும் குளிர்விப்பானாகப் (coolant) பயன்படுகின்றது. உயர் வெப்பநிலைகட்கு, எரிபொருளை உட்படுத்தும் போது, ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த பசைப்பொருள்கள் (gums) உருவாவதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றது. இப் பசைப்பொருள்கள் வெப்பப்பரிமாற்றிகளின் (heat exchangers) செயல்திறத்தைக் குறைத்து, விமானங்களில் எரிபொருள் கையாளும் அமைப்புகளில் (fuel handling systems) வடிகட்டும் அமைப்புகளிலும், கட்டுப்பாட்டிதழ்களிலும் (filters and valves) தடைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. உயர் வெப்ப நிலைகளில், பசைப் பொருட்கள் உருவாவதை எதிர்க்கும் போதுதான் வெப்ப நிலைப்பு (thermal stability) தோன்றுகின்றது. மேக் 2.00 இன் அளவிலான மேக் எண் (mach number) என்பது ஒரு பொருளின் வேகத்திற்கும், சூழ்ந்துள்ள வளிமண்டலத்தில் ஒலியின்வேகத்திற்கும் உள்ள விகிதம் (ratio) ஆகும். ஒலியினும் குறைவான வேகங்களில் ஒருபொருள் செல்லும் போது அதன் மேக் எண் 1க்கும் குறைவு (0.80 ஐப் போன்று) மேலும், மிகை ஒலி வேகங்களில் ஒரு பொருள் செல்லும்போது அதன மேக் எண் 1க்கும் மேற்பட்டது. (1.31 அல்லது 5 ஐப் போன்று) உயர் வேகங்களில் விமானத்தை இயக்கும்போது, JP - 4, JP - 5 ஆகியவற்றிற்குச் சம்மான வணிக எரிபொருளின் (commercial fuels) வெப்ப நிலைப்பு (thermal stability) நன்கு அமைகின்றது. மேக் 3 இற்கும் அதிகமான வேகங்களில் செல்லக் கூடிய பிற்காலத்தில் வடிவமைக்கப்படக் கூடிய தாரை விமானங்கள் எரிபொருளை மிகுந்த அளவுவெப்பத்தகைவுகட்கு (thermal stresses) உட்படுத்தப்பட கூடியனவாய் இருப்பதால் அவற்றுக்கு மிகவும் நிலைத்த தன்மையுடைய எரிபொருளை (stable fuel) உருவாக்குவது தேவையாகின்றது. மேக்எண் 3முதல்4 ஐக் கொண்ட சுழல்தாரை (turbojet) விமானங்களும், மேக் எண் 6 க்கும் கூடுதலான வேகத்தைக் கொண்ட மோதுதாரை (ramjet) விமானங்களும், ஹைட்ரோக் கார்பன் எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தும் ஏவூர்திகளும், (rockets using hydro carbon juels) உருவாவதன் காரணமாய், எரிபொருள் நிலைப்புக்கான பண்புகளில் (fuel stability) கூடுதல் பிரச்சினைகளை உருவாக்கும்.

தாரை விமான எரிபொருளின் பண்பினை மேம்படுத்துவதற்கான விரும்பத்தக்க முறையாக, கூட்டுப் பொருள்களைச் (additives) சேர்க்கும் முறை வழக்கத்தில் உள்ளது. வழக்கமான கூட்டுப்பொருட்களில் அடங்குவன.

ஆக்சிஜனேற்ற எதிர்பொருள்கள் (antioxidants). சுற்றுப்புற வெப்பநிலையில், தேக்கத்திலுள்ளபோதே சிலவகையான தாரை விமான எரிபொருள்கள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து எரிபொருளுடன் கரையத்தக்கதும் எரிபொருளுடன் கரையாததுமான பசைப் பொருட்களை உருவாக்குகின்றன. இத்தகைய ஆக்சிஜனேற்ற மடைந்த பொருள்கள் வடிகட்டும் அமைப்புகளில் அடைப்பு உருவாவதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றன அல்லது பொறியின் அடுப்பு மூக்குக் குழல் முனைகளில் கரிகள் தோன்றுவதற்குக் (coking of engine burner nozzles) காரணமாய் அமைகின்றன. விமானக் கேசொலினில் பயன்படுத்துவதற்கு இசைவுடைய அதே ஆக்சிஜனேற்ற எதிர்ப்பொருள்கள் தாரை விமான எரிபொருள்களிலும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

தாமிரத்தின் செயலைக் குறைக்கும் பொருள்கள் (copper deactivator). தாரை விமான எரிபொருளில் சிறிதளவில் கரைந்துள்ள செம்பு ஆக்சிஜனேற்றத்தை விரைவுபடுத்துகின்றது. N, N¹ டை - சேலி சைலிடீன் - 1, (N, N¹ disalicylidene - 1) 20 புரோப்பேன் டை அமீன் (20 propane diamine) போன்ற செம்பு கொடுக்கிணைப்புக் காரணிகளை (copper chelating agent) செம்பின் ஆக்சிஜனேற்ற விளைவுகளுக்குத் துணை புரியும் (prooxidant effects of copper) செயலிற்கும் எதிர்ப்பினை வழங்குவதற்காக, தாரை விமான எரிபொருளுடன் சேர்ப்பதற்கு ஒப்புதலளிக்கப்பட்டுள்ளது.

அரித்தலைத் தடுக்கும் பொருள்கள். (corrosion inhibitors). தாரை விமான எரிபொருள்களில் எரிபொருளில் கரையக் கூடிய கரித்தலைத் தடுக்கும் பொருள்களின் (fuel-soluble corrosion inhibitors) பயன்பாடு குறிப்பிட்ட அளவில் மட்டுமே ஒப்புதலளிக்கப்பட்டுள்ளது. குழாய்கள் உறிஞ்சி உட்கொண்டிருக்கும் நீரினால் (occluded water) குழாய் வழிகள் கரிக்கப்படுவதைக் குறைப்பதற்காகவும், எரிபொருளில் துருப்பிடித்த பொருள் (rust) சேர்ந்து மாசுபடுத்துவதைக் குறைப்பதற்கும் அரித்தலைத் தடுக்கும் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வகை சார்ந்த பல வணிகப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

பனிக்கட்டி உருவாவதை எதிர்க்கும் கூட்டுப் பொருள்கள். தாரை விமான எரிபொருள்களில், கட்டற்ற நீர் (free water) இருப்பதன் மிக்க அபாயம் யாதெனில், விமானம் பறந்து கொண்டிருக்கும் போது, எரிபொருள் வழிகளிலும், வடிகட்டும் அமைப்புகளிலும் பனிக்கட்டி உருவாவதன் காரணமாய் அடைப்புகள் தோன்றும். பனிக்கட்டிகள் உருவாவதைத் தடுப்பதற்காக, சாதாரண விமானங்களில் எரிபொருளை வெப்பப்படுத்தும் கருவிகள் (fuel heaters) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் படை விமானங்களுக்குப் பனிக்கட்டி உருவாவதைஎதிர்க்கும்

கூட்டுப் பொருள்களைப் பயன் படுத்தும் அணுகு முறையைக் கையாண்டனர். அத்தகைய அணுகு முறையாக எரிபொருளில் 0.1 இலிருந்து 0.15% வரை அளவில் பனிக்கட்டி உருவாவதை எதிர்க்கும் தடுப்புப் பொருட்களைக் (anti icing inhibitor) கலந்தனர். இத்தடுப்புப் பொருள் 99.6% (எடை) அளவில் எத்திலீன் கிளைக்கால் மானோ மெத்தில் ஈத்தரும் (ethylene glycol monomethyl ether) 0.4% (எடை) அளவில் கிளிசராலும் சேர்த்து உருவாக்கப் பட்டதாகும். நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லும் பண்பு, (biocidal properties) இக் கூட்டுப் பொருளின் கூடுதலான சிறப்பியல்பாகும். உதையும் வெப்ப நிலைகளுக்கும் மேலான வெப்ப நிலைகளில் நீரானது, மின்சாரத்தினால் எரிபொருள் அளவினை அளவிடும் கருவிகளின் (electrical fuel gauges) இயக்கத்தில் தவறுகளை உண்டாக்குவதற்குக் காரணமாய் அமையும், மேலும் நுண்ணுயிரிகளும் (bacteria) பூஞ்சைகளும் (fungi) வளர்வதற்கான தகுந்த தொரு சூழ்நிலையினை வழங்குகின்றது. மிக அண்மைக் காலத்தில் பனிக்கட்டி உருவாவதை எதிர்க்கும் கூட்டுப் பொருள்களில் கிளிசராலை நீக்கி மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

நிலை மின்சாரம் உருவாவதை எதிர்க்கும் கூட்டுப் பொருள். நிரம்பிய வழிகளிலும் (fill lines) வடிகட்டும் அமைப்புகளிலும் (filters) கட்டுப்பாட்டு இதழ் களிலும் எரிபொருள் உயர்ந்த வேகத்தில் பாயும் போது (600 இலிருந்து 800 கால்ன்கள் ஒரு நிமிடத் திற்கு) தாரைவிமான எரிபொருள்களில், நிலைமின் மின்னூட்டம் (electro static charges) தோன்று கின்றது. எரிப்பொருளுக்கும் எரிபொருள் தேக்கத் தொட்டியின் சுவர்களுக்கும் இடையில் நிலை மின்சாரமின்னழுத்த வேறுபாடுகள் தோன்றுவதன் காரணமாய் (electrostatic potential differences) எரி பொருள் தொட்டிகளின், ஆவி நிறைந்த இடங்களில் (vapor, spaces of fuel tanks) தீப்பொறிகளை (sparking) உண்டாவதற்குக் காரணமாய் அமையும். எரிபொருளின் தடைத்தன்மையைக் (resistivity) குறைக்கும் கூட்டுப் பொருட்களைச் சேர்த்து அதனால் நிலை மின்சாரம் தோன்றுவதற்கான அபாயத்தைக் குறைப்பது சிறந்த முறையாகத் தீவிர ஆய்வின் வழியாகக்கண்டறியப்பட்டது.

மாசுபடுத்தும் பொருள்கள் (contaminants). தாரை விமான எரிபொருள்களைக் கையாளும்போதும், வழங்கும்போதும், சிறிதளவு மாசுபடுத்தும் பொருள்கள் எரிபொருள்களில் நுழைவதற்கான வாய்ப்புகள் உள்ளன. வடித்தல் வழியாகவோ பெரிய அளவில் படிய வைத்தலின் வழியாகவோ (filteringor bulk settling) பெருந்துகள் பொருள்களையும் (particulate matter) நீரினையும் பிரிக்கலாம். எரி பொருள் கட்டுப்பாட்டு இதழ்களிலும், எரியும் பகுதி மூக்குக்குழல முனைகளிலும் உள்ள வடிக்கும் அமைப்புகளில் அடைப்புகள் நிகழாதிருக்க 5 மைக்ரோ மீட்டர் அளவிற்கும் (1 மைக்ரா மீட்டர் = 10^{-6} மீட்டர்) திடப் பொருட்களை நீக்கம் செய்வது, பொதுவான விரும்பத்தக்கதாகும். தாரை விமான எரிபொருள்களில் புறப்பரப்பில் செயல்படும் பொருள்கள் (surface active agents) இருப்பது மிகவும் விரும்பத்தக்கதாகும், ஏனெனில், அவை இருக் கும்போது, நீரைக் கொண்ட எரிபொருள் பால்மத் தினை (emulsions) உண்டாக்கி, வடிகட்டும் அமைப்பு / ஒன்றுபடுத்தும் அமைப்பின் திறமை (efficiency) குறைகின்றது. தூய்மைப்படுத்தும் முறை யின்போது (refining operations) உண்டாக்கப்பட்ட புறப்பரப்பில் செயல்படும், பொருள்கள், நடுநிலை யாக்கம் (neutralization) நீரைக்கொண்டு கழுவுதல் (water washing) களிமண்ணினால் செயற்படுத்துதல் (clay treating) வடிகட்டுதல் (filtration) அல்லது படிதல் (settling) ஆகிய முறைகளினால் நீக்கப்படு கின்றது. புறப்பரப்பில் செயல்படும் பொருள்களின். குறைந்த செயற்படும் பண்புகளின் (minimmu surfactant properties) அடிப்படையில், தாரை விமான எரிபொருள்களுக்கான காந்த முனைகளைக் கொண்ட கூட்டுப் பொருள்களைச் (polar additives) சேர்க்கப்படுவது தேர்ந் தெடுக்கப்படுகின்றது.

எதிர்கால எரிபொருள்கள். விமான வடிவமைப் பையும், கட்டமைப்புப் பொருள்களையும் தக்கவாறு தேர்ந்தெடுப்பதாலும், வழக்கமான ஹைட்ரோக் கார்பன் எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தி, மேக் 4 அளவிற்கான விமான வேகங்களை (flight speeds) அடைவது இயலத்தக்கதே. மேக் 4இற்கும் அதிக மான விமான வேகங்களில், எரிபொருள்கள் நீர்ம நிலையில் (fuels in the liquid state) வழக்கமாக வழங்கும் வெப்பததை உட்கொள்வதும் வெப்பத்தை வெளிவிடுவதுமான திறத்தைக் (heat sink capacity) காட்டிலும் அதிகமாகத் தேவைப்படும். எரிபொருள் ஆவியாவதன் காரணமாக, ஒட்டுமொத்தமான வெப் பத்தை உட்கொள்வதும் வெப்பத்தை வெளிவிடுவது மான திறம் (over all heat sink capacity) 25% அள வில் உயரும் இதற்கு நல்லதொரு மாற்றுமுறையாக அமைவது வெப்பத்தை உட்கவரும் எரிபொருள் களைச் (endothermic fuels) சிறிதளவில் வெப்பச் சிதைவுக்கு (thermal cracking) உட்படுத்தி, நீர்ம நிலையின் (liquid state) போது எடுத்துக்கொண்ட வெப்பத்தைப் போன்றுப் பன்மடங்கு உட்கவரச் (absorb) செய்யப்படுதலே எரிபொருள்கள் குறைந்த தாழ்வெப்ப எரிபொருள்கள், குறைந்த பருமன்ஆற்றல் அளவைக் (volumetric energy content) கொண்டுள்ள போதிலும் இந்த தாழ் வெப்பநிலை எரிபொருள்கள் (cryogenic fuels) நீர்மமாக்கப்பட்ட ஹைடிரஜன், மீத்தேன், புரோப்பேன்) விமானத்தைக் குளிர்விப்பு ஆகிய செயல்களுக்கு ஏற்றதாய் உள்ளன. மோது

தாரையால் திறனாக்கப்பட்ட விமானத்திற்கு குறைந்த உயரத்திலும் உயர்வேகத்திலும் உயர் பருமன் வெப்ப அளவினைக் (high volumetric heat content) கொண்ட எரிபொருள் தேவையாகின்றது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டின் விமானப்படையினர், உலோகப் பொருள்கள் கலந்த அரை நீர்மக் கலவை சார்ந்த எரிபொருள்கள் (slurry fuels) உருவாக்கத்தை மேற்கொண்டுள்ளனர். இத்தகைய எரி பொருளை எரிவிக்கும்போது, இதிலுள்ள உலோகப் பொருள்களும் எரிந்து உலோக ஆக்சைடுகள் (metal oxides) உருவாகும் உயர்ந்த வெப்பத்தினால் நன்மை பெறுவது அவர்களது குறிக்கோளாக உள்ளது. மிக்க அளவில் இயலத்தக்க உலோக அள வினைக் கொண்ட எரிபொருள் உருவாக்கத்திற்கான ஆராய்ச்சி முயற்சிகள் தொடர்கின்றன. இத்தகைய எரிபொருளை, ஏற்றும் போது கிடைக்கும் குறைந்த திறமை சிராய்ப்புத்தன்மையும் குறைந்த எரியும் திறமும் (low combustion efficiency) ஆகிய பிரச்சி னைகளை வெற்றி கொள்ளவும் ஆராய்ச்சி முயற்சி கள் தொடர்கின்றன. மற்றொரு நம்பிக்கையூட்டும் பகுதியாக உயர் அடர்த்தி எரிபொருள்கள் உள்ளன. அவையாவன, அரோமாட்டிக் குறுக்கப்பட்ட பல் வளைய ஹைட்ரோ கார்பன்கள் ஆகும். மிகவும் விரும்பத்தக்க பொருள் ஒரு கேலனுக்கு 150 000 பி. வெ. அலகுகளும் அதற்குக் கூடுதலான வெப்ப மதிப்பைக் கொண்டதாயும், அதனுடைய உறைநிலை (freezing point) - 45.6° செ. அல்லது அதற்குக் குறைவாகக் கொண்டதாயும் இருக்கவேண்டும்.

அடுப்பு எரிபொருள் எண்ணெய்கள். 1955 ஆம் ஆண்டு, அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகமும் அமெரிக்க நாட்டின் சுரங்கங்களுக்கான செய்திகளை அறிவிக்கும் அலுவலகமும் (U. S. Buseau of Mines) அடுப்பு எரிபொருள் எண்ணெய்களுக்கான ஆய் வினை (burner fuel oils) முதன் முறையாக வெளி யிட்டன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் விற்கப் படும் அடுப்பு எரிபொருள் எண்ணெயின் பண்பு களைப் பற்றிய தகவலினை வழங்குமாறு தேசிய எண்ணெய் எரிபொருள் கழகம் (National Oil Fue Institute Inc.,) கேட்டுக்கொண்டதனால் இதற் கான வேலை தொடங்கப்பட்டது. பகுப்பியலான குறிப்புகளை (analytical data), வெப்பப்படுத்தும் சாதனங்களைத் தயாரிப்பவர்களும், (manufacturers of heating appliances) பயனீட்டாளர்களும், மற்றும் பல அரசுத்துறையினரும் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒரு வகையான ஆய்வில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடு களில் முழுவதுமாக உள்ள 100 க்கும் மேற்பட்ட உள்நாட்டிலமைந்த தூய்மையாக்கம் செய்பவர்களி லிருந்து, 30 பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கம் செய் பவர்களில் 300 க்கும் மேற்பட்டவர்க்கு அடுப்பு எரி பொருள் எண்ணெய் மாதிரிகள் எடுத்துக் காட் டப்பட்டன. இந்த ஆய்வு ஆறுவகையான எரி பொருள்களைக்கொண்டு செய்யப்பட்டது. வட்டார அடிப்படையில் (regional basis) குறிப்புகள் தொகுக் கப்பட்டு வெளியிடப்பட்டன.

வீட்டை வெப்பப்படுத்துவதற்கான எண்ணெய். வீட் டிற்கு வெப்பப்படுத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தப் படும் எண்ணெய் தூய்மையுடையதாய் இருக்க வேண்டும். இத்தகைய எண்ணெயினைத் தேக்கிவைக் கும்போது படிவினை உண்டாக்காததாயும் எரிவித்த பின்னர் சாம்பலையோ, மற்ற படிவுப் பொருள் களையோ, குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உண்டாக்காத தாயும் இருக்க வேண்டும். இந்த எரிபொருளைக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் தேக்கிவைக்க இயலு மாதலால், குளிர்கால மாதங்களில்வெளிப்புற இடங் களில் தேக்கி வைக்கும் போது அது நீர்மமாக இருக்க வேண்டும். புகை வெளிப்பாட்டினைக் குறைப்பதற் காக எண்ணெயின் வேதியியற்உட்கூறினை (chemical composition) கட்டுப்படுத்த வேண்டும். முன்னொரு காலத்தில் முக்கியப் பிரச்சினையாகக் கருதப்படாத உட் பொருளான கந்தகம் தற்போது முக்கியம் வாய்ந்ததாய்க் கருதப்படுகின்றது.

சிறிய வணிக இடங்களை வெப்பமூட்டுவதற் காகவும், வீட்டினை வெப்பமூட்டுவதற்காகவும், மிகவும் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் வெப்பப்படுத்து வதற்கான எண்ணெய்க்கு எரிபொருள் எண்ணெய் தரம் எண் 2 எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. இந்தப் பெட்ரோலிய விளைபொருள், வடிக்கப்பட்ட விளை பொருளாகும்.இது 177% முதல் 343% செ. வரை கொதிக்கும் இடைவெளியில் (boiling range) பின்ன மாக்கப்படுகின்றது. 1950 ஆம் ஆண்டு முதற் கொண்டு, வீட்டை வெப்பப்படுத்துவதற்கான எண் ணெய்களின் பண்பினை மேம்படுத்துவதற்காகவும், அவற்றை ஆக்கம் செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தும் தயாரிப்புத் தொழில்நுட்பங்களிலும் குறிப்பிடத் தக்க மேம்பாடுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. தொடக் கத்தில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தூய்மையாக்கும் அமைப்புகளிலிருந்து நேரடியாகப் பெறப்பட்ட பொருளுடன் கலப்புப் பொருள்களைச் சேர்த்து எரி பொருளின் தேவையினை நிறைவு செய்வதற்கு ஏற்ற வாறு வெப்பப்படுத்துவதற்கான எண்ணெய் எண் 2 இனை உருவாக்கினர். இவ்வாறாகப் பெறப்பட்ட பொருள் நல்ல நிலைத் தன்மையுடையதாயும் (stability) அதன் செயல்திறம் (performance) மிக நன் றாகவும் அமைந்தது. தூய்மையாக்கும் தொழிற் சாலை, உயர்ந்த ஆக்டேன் அளவிற்கு, உந்துவண்டி களுக்கான கேசொலினைப் பெரிய அளவில். ஆக்கம் செய்ய வேண்டியிருந்ததால் கிணற்றிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட இயற்கைவளிம எண்ணெயினை (virgin gas oils) குறைந்த கொதிநிலை கொண்ட பொருட்களாக (lighter boiling products) மாற்றம் செய்வதற்குச் சிதைத்தல் முறைகள் (cracking processes) உருவாக்கப்பட்டன. இதன் காரணமாக

வினையூக்கத்தின் வழியாகவும், வெப்பத்தின் வழியாகவும் சிதைத்து உருவாக்கப்பட்ட வளிம எண்ணெய்களை இறுதியாக்கப்பட்ட வெப்பப்படுத்தும் எண்ணெய்க் கலப்புகளில் (finished hea ting oil blends) பயன்படுத்துவதற்கு வழிகோலியது. நல்லதொரு பண்பு எல்லையினை (quality level நிலை நிறுத்த் வெப்பப்படுத்துவதற்கான எண்ணெயின் கலப்பு (heating oil blending) மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்ததாக அமைந்தது.

சிதைக்கப்பட்ட வடிபொருட்களின் (cracked distilates) பரந்த பயன்பாட்டுடன் இணைந்த அதன் பண்பு சார்ந்த பிரச்சினைகளைச் (quality problems) சரிசெய்ய, பெட்ரோலியத் தொழிற்சாலை பல போக்குகளில் செயல்பட்டது. இதனுடன் புதிய செயற்படுத்தும் முறைகளும் (treating processes), அடுப்பின் வகையில் மாற்றங்களும்; (burner alterations) கூட்டுப் பொருள்களின் (additives) உருவாக்கமும் ஒரு மித்து முன்னேறலாயின. நிலைப்பை மேம்படுத்தக் கூட்டுப் பொருள்கள் உருவாக்கப்பட்டன. அமிலக்கழுவுதல் முறைகளின் (acid washing processes) மேம்பாடாக எரிகாரக் கழுவுதல் முறைகள் (caustic washing processes) உருவாக்கப்பட்டன. 1950 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில், நேரடியாகப் பெறப்பட்ட கேசொலினை (straight-run gasoline) மாற்றி அமைக்கும் முறை எங்கும் பரந்து காணப்பட்டது. இத்தகைய முறையினால், பெரும் அளவில் ஹைடிரஜன் கிடைக்க வகை செய்யப்பட்டது. ஹைடிரஜனை ஆக்கம் செய்வதற்கான செலவு இம்முறையில் மிகக் குறைவாய் இருந்தது. ஹைடிரஜன் கிடைத்ததனால் எரிபொருள் எண்ணெயின் பண்பினை (fuel oil quality) மேம்படுத்த வினையூக்க ஹைடிரஜன் செயற்படுத்தும் முறை (catalytic hydrogen treating) பயன்படுத்தப்பட்டது. ஹைடிரஜனால் செயற்படுத்தும் முறையின் முதன்மையான குறிக்கோள் யாதெனில், சல்ஃபர் அளவைக் குறைத்தும், சிறிய அளவிலுள்ள ஆனால் ஏற்கத்தகாத நைட்ரஜன் சேர்மங்களை நீக்கியும், பண்பு மேம்படுத்தப்படுவதாகும். இத்தகைய செயல் முறையினால் எஞ்சியுள்ள கார்பன் அளவு (carbon residue) குறைந்தும் எரியும் பண்புகள் (burning characteristics) மேம்பட்டும் கசடு உருவாகும் போக்கு (sludging tendencies) குறைந்தும் காணப்படுகின்றது. கந்தகக் குறைவாக்கம் பொதுவாக 70 இலிருந்து 80 % வரை அமைகின்றது. இந்த அளவைத்தேவையானால் 90 இலிருந்து 95 % அளவிற்கு உயர்த்தலாம். வடிக்கப்படும் அடிப்புற அமைவுகளில் (distillation bottoms), 10 %. கார்பன் மீதம் 0.10 % அளவிற்கும் குறைவாகக் குறைக்கப்படுகின்றது.

எச்சவகை எரிபொருள்கள் (residual fuels). வீடுகளுக்கும் சிறிய வணிக நிறுவனங்களுக்கும் பயன்படுத்தும் எரிபொருள்கள் நீங்கலாக, வணிக, தொழிற்சாலை, கடல் சார்ந்த ஏனைய பயன்பாடுகளுக்கு மிகவும் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் எரிபொருள்களாக எரிபொருள் எண்ணெய்களின் தரங்கள் 4,5,6 எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இந்த எரிபொருள்கள், வளிம நிலக்கரிபோன்ற எரிபொருள்களுடன் போட்டி கொண்டு, மின் ஆக்கம் செய்வதற்கும், கப்பல்களைச் செலுத்துவதற்கும் திறனை வழங்குவதற்கும், தொழிற் சாலைகட்கும் பெரிய கட்டடங்களுக்கும் நீராவியையும் வெப்பத்தையும் வழங்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எஞ்சிய எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தும் பெரிய அளவிலான பயனீட்டாளர்கள், உயர் பிசுப்புத் தன்மை வாய்ந்த தரம் 6 எண்ணெயினைக் கையாளுவதற்கு ஏற்றவாறு தங்களது சாதனத்தை மாற்றியமைத்துள்ளனர். தரம் 6 எண்ணெய் குறைந்த விலையுடைய கப்பல் கட்டுமானம் சார்ந்த தொழிற்சாலைகளில், கப்பல் எரிபொருள் அறைக்கான எரிபொருள்கள் (bunker fuels) கப்பல் எரிபொருள் C என அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வெரிபொருள் தரம் 6ஐக் கொண்ட எரிபொருள் எண்ணெய்க்குச் சமமானதாகும்.

எச்சவகை எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தும் மிகப் பெரிய தனித்த பயனீட்டாளராக மின் திறன் ஆக்கத் தொழிற்சாலை (electrical power generating industry) அமைகிறது. இத் தொழிற்சாலை, கிடைக்கும் எச்சவகை எரிபொருளின் 40% அளவினைப் பயன்படுத்துகின்றது. காற்று மாசுறுதலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான நடவடிக்கைகளின் காரணமாக (air pollution measures) நிலக்கரியைக் காட்டிலும் எஞ்சிய எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துவது அதிகரித்துள்ளமையால் இப்பகுதியைச் சார்ந்த விற்பனைத் தேவை (market demand) அண்மை ஆண்டுகளாக விரைந்து வளர்ந்துள்ளது. இத்தகைய வளர்ச்சியின் காரணமாக, வழங்கீடு தேவைகளில் சமநிலையற்ற போக்கு, காணப்படும் அளவிற்கு உயர்ந்துள்ளது. குறைந்த சல்ஃபர் அளவினைக் கொண்ட எரிபொருள் எண்ணெய்களின் வளர்ந்துவரும் பிற்காலத் தேவைகளைக் கருத்து வடிவில் காணலாம். இதற்கான ஒவ்வொரு நடவடிக்கையிலும், குறிப்பிடத்தக்க குறைபாடுகள் இருந்துகொண்டுதான் இருக்கின்றன. தற்போது இருக்கும், தூய்மைப் படுத்தும் சாதனங்களின் வரிசைகளுடன், கந்தக நீக்கம் செய்யும் திறத்தைக் கூட்டுவதற்கான அமைப்புக்களைச் சேர்க்கும் போது மிகுந்த அளவு நேரம் தேவையாகின்றது. மேலும் எரிபொருள் எண்ணெய்களில் அதிலும் குறிப்பாகப் பளுவான எண்ணெய்த் தரங்களில், கந்தகம் நீக்கம்செய்வது மிகவும் செலவுமிக்கதாகும். குறைந்த கந்தக அளவினைக் கொண்ட இயற்கை நில எண்ணெய்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கான மாற்றுவழியாக அத்தகைய குறைந்த கந்த அளவினைக் கொண்ட எச்சவகை எரிபொருள்களை

(low sulfur residual fuels) வெளிநாட்டிலிருந்து தருவிப்பதேயாகும். இதுவும் மிகவும் கட்டுப்படுத்தப் பட்ட வழங்கீட்டின் காரணமாக இயலத்தக்கதாக இல்லை.

இயற்கையிலேயே, எச்சவகை எரிபொருள்கள் உயர்ந்த கொதிநிலையைக் கொண்டனவாயும், குளிர்ந்த நிலைகளில் வேகமாக எரிவிக்க இயலாதன வாயும் அமைகின்றன. எனவே இத்தகைய எரிபொருள் கள், உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் எரிக்கும் பெட்டி யைக் (fire box) கொண்ட நிலையான இயக்கத்தைக் கொண்ட சாதனங்களில் பொதுவாக எரிக்கப்படு கின்றன. பல பகுதிகளில் மற்ற எரிபொருள்களுடன், எச்சவகை எரிபொருள்கள் நேரடியாகப் போட்டி யிடுவதனால், இவ்வெரிபொருளுக்கான விலை குறைந்தனவாக இருக்க வேண்டும். கருத்தளவில், இயன்ற எல்லைகளில், எச்சவகை எரிபொருள்களின் பண்பினை மேம்படுத்துவது, பொருளாதார வகை யில் நடைமுறை சார்ந்ததாய் இல்லை. 1970 ஆம் ஆண்டின் மத்தியில் நிலவிய நிலையற்ற விலை நிலை கள் தோன்றும்போது இத்தகைய சூழ்நிலையைப் பலவிதமான கட்டுப்பாடுகளின் காரணமாயும், விற் பனைத் தேவைகளைச் (market demand) சார்ந்தும் மாற்றம் செய்யலாம்.

1960 ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு வினையூக்க வைத்துச் சிதைத்தல் (catalytic cracking) முறை யினைச் சார்ந்த பயன்பாட்டின் நிலைத்த உயர் வினால் எஞ்சிய எரிபொருள்களின் ஆக்கத்தின் விழுக்காட்டுஅளவு குறையலாயிற்று. வினையூக்க வைத்துச் சிதைத்தல் முறையில் உயர் கொதி நிலையைக் கொண்ட பொருள்களைப் (high boiling materials) பயன்படுத்தும்போது, அம்முறையில் மீதி எண்ணையாகக் கிடைத்து விற்கப்பட்ட எச்சவகை எரிபொருளும், கனமானதாகவே காணப்பட்டது. வழக்கமான தொழிற்சாலை முறையில், இந்தக் கன எண்ணெய்களை (heavy stocks) வடிக்கப்பட்ட எண்ணெயுடன் (distillate) கலந்து அதனுடைய பிசுப்புத் தன்மையினைக் (viscosity) குறைக் கின்றனர். இந்தத் துறையில் தொடர்ந்து நடை பெற்ற வேலைகளின் காரணமாகக் காற்றுக் குறை வான அடிப்புறங்களில் (vacuum still bottoms) மென்மையான வெப்பச் சிதைத்தல் செய்ய வேண்டிய தாயிற்று. இதனால் சிறிது கூடுதல் அளவில் வடிக் கப்பட்ட பொருள் கிடைத்ததோடு மீதமுள்ள அடிப் புறங்களில் அமைந்த வடிக்கப்பட்ட பொருளின் பிசுப்புத் தன்மையையும் (viscosity) குறையலாயிற்று.

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர் எஞ்சிய எரிபொருளுக்கான தொழில்நுட்பத்தின் (residual fuel technology) முன்னேற்றங்கள் அதன் பண்பினை மேம்படுத்துவதைச் சாராமல் அதன் பயன்பாட்டை மேம்படுத்துவதைச் சார்ந்தே அமைந்தன. எரி பொருள் எண்ணெயிலும், புகை போக்கியில் செல லும் வளிமங்களிலும் (flue gas) கந்தக நீக்கம் செய் வதற்கும், எரிபொருள் எண்ணெயிலமைந்த உலோ கத்தின் அளவைக் குறைப்பதற்கும் எண்ணெய்த் தொழிற்சாலைத் துறையினரும், கொதிகலன் தயா ரிப்பாளர்களும் (boiler manufacturers) தங்களது முயற்சிகளை மேலும் தீவிரப்படுத்தினர். எச்சவகை எரிபொருளின் எண்ணெய்க் கசடைக் (residual fuel oil sludge) குறைப்பதற்காகவும், குழாய்களில் படிவு கள் உண்டாவதைக் குறைப்பதற்காகவும், கரித்த லைக் குறைப்பதற்காகவும், எரிதலின் திறமையை (combustion efficiency) உயர்த்தவும், கூட்டுப் பொருட்கள் உருவாக்கப்பட்டன.

பெட்ரோலிய எரிபொருள்களின் அடிப்படையான இயற்பியல் பண்புகள்

பல்வேறுபட்ட பெட்ரோலிய எரிபொருள்களுக் கான சோதனைகளில், கீழ்க்காணும் அளபுருக்கள் மிகவும் முக்கியம் வாய்ந்தவையாகும்.

ஆக்டேன் எண். ஓர் உந்துவண்டி எரிபொருளின் ஆக்டேன் வரை அளவீடு (octane rating of a motor fuel) ஐசோ ஆக்ட்டேன் (2, 3, 4 — டிரைமெதில் பென்ட்டேன்) மற்றும் n-ஹெப்ட்டேன் (n-heptane) கலப்பிணைக் கொண்ட எரிபொருளுடன் ஒப்பிட்டு அதன் உள் வெடிப்புப் பண்பின் (knocking chara- cteristics) வழியாக வரையறுக்கப்படுகின்றது. விதிக் கட்டுப்பாடின்றி n ஹெப்ட்டேனுக்கு ஆக்ட்டேன் எண் 0 என்றும் ஐசோ ஆக்ட்டேனிற்கு 100 என்றும் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளன. தெரியாத எரிபொருளும், குறிப்பிடப்பட்ட தெரிந்த கலப்பிணைக் கொண்ட எரிபொருளும் ஒரு தரமான தனித்த உருளை வடிவப் பொறியில் (single cylinder engine) குறிப்பிட்ட நிலைகளில் (specified conditions) இயங்கும்போது தெரியாத எரிபொருளுக்குச் சமமான அதே உள் வெடிப்புப் போக்கினைக் (knocking tendency) கொண்ட n - ஹெப்ட்டேன் கலப்பினைக் கொண்ட தெரிந்த எரிபொருளின் ஐசோ ஆக்ட்டேனின் பருமன் அளவு சதவீதத்திற்கு (volume percent of isooctane in a blend with n - heptane) எண்ணளவில் சம முடையதாகத் தெரியாத எரிபொருளின் ஆக்ட்டேன் என் அமைகின்றது. மிகவும் கடுமையான எந்திர நிலைகளில், உந்து வண்டி முறையிலான ஆக்ட்டேன் எண் அளவீடுகள் (motor method octane numbers) செய்யப்படுகின்றன. இத்தகைய அளவு தீவிரமற்ற ஆய்வு முறை வழியாகத் தீர்மானிக்கப்படும் அளவு களைக் காட்டிலும் குறைவானவையாகும். இவ்விரு எண்களுக்குமான வேறுபாடு உணர்திறன் (sensiti- vity) என்று வழங்கப்படுகின்றது.

கேசொலினின் எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மையின் சம நிலை. ASTM இன் வடிக்கப்பட்ட பொருளுக்கான

குறிப்புகளினாலும் ரெய்ட் ஆவி அழுத்தத்தின் வழியாகவும் (Reid vapor pressure and the ASTM distillation data) கேசொலினினுடைய எளிதில் ஆவியாகுந்தன்மை தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. குறிப்பிடப்பட்ட நிலைகளில் 37.8° செ வெப்பநிலையில், கேசொலினின் ஆவி அழுத்தமே (vapor pressure) ரெய்ட் ஆவி அழுத்தமாகும். (Reid vapor pressure) ஓர் எரிபொருளின் வடிக்கப்படுவதற்கான வளைவு (distillation curve of a fuel) குறிப்பிடப்பட்ட சோதனை நிலைகளில் (specified test conditions) வேறுபட்ட அளவுகளில் வழங்கப்பட்ட மாதிரி எரிபொருளினை வடிக்கும் வெப்பநிலைகளைக் குறிப்பதாகும். எப்படியிருப்பினும், வடிக்கப்பட்டதற்கான வளைவில் இறுதிப்புள்ளியிலமைந்த (end point) வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில், காற்று இருக்கும்போது, கேசொலின் முழுதுமாக ஆவியாக்கப்பட்டுவிடும். ஒரு குடுப்பிட்ட விழுக்காட்டு அளவு கேசொலின் ஆவியாகும்போது, ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் சம நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு காற்று ஆவிக் கலவை (air vapor misture) உருவாகும் வெப்பநிலை கேசொலினின் எளிதில் ஆவியாகும் நிலையென (volatility of argasoline) பிரிட்ஜ்மேன் என்பவரால் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வரையறையின்படிக் காணும்போது, குறிப்பிட்ட அதே விழுக்காட்டு அளவு ஆவியாக்கத்தைக் கொண்டு குறைந்த வெப்பநிலையில் கொடுக்கப்பட்ட அளவு காற்று ஆவிக் கலவையை ஒருவகையான கேசொலின் மற்றொரு வகையான கேசொலினைக் காட்டிலும் உண்டாக்கும் போது, இந்த வகையைச் சார்ந்த கேசொலின் மற்றொரு வகையைச் சார்ந்த கேசொலினைக் காட்டிலும் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையைக் கொண்டது என்க் கருதலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட சோதனை மாதிரிக்கான (given test sample) வடிக்கப்படும் வெப்பநிலைகளைக் காட்டும் வளைவுகள் (distillation temperature curves) ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையை அடையும் நேரத்தில் வடிக்கப்பட்ட மாதிரிப் பொருளின் விழுக்காட்டு அளவைக் காட்டுவதாகும்.

ஒப்படர்த்தி (specific gravity). பெட்ரோலிய எரிபொருளின் ஒப்படர்த்தி 23° செ. வெப்பநிலையில், பெட்ரோலிய விளைபொருளின் ஒரு குறிப்பிட்ட பருமன் அளவுள்ள எடைக்கும், அதே வெப்பநிலையில், அதே பருமன் அளவுள்ள வடிக்கப்பட்ட நீரின் எடைக்கும் உள்ள வீகிதத் தொடர்பாகும். இவ்விரு எடை அளவீடுகளும் காற்றில் மிதக்கும் விசையைக் (air buoyancy) கருத்தில் கொண்டு அளவுகள் சரிசெய்யப்படுகின்றன. (corrected) அ. பெ. க. வின் அடர்த்தி அளவுகோலிற்கும் (API gravity scale) ஒப்படர்த்திக்கும் (specific gravity) உள்ள தொடர்பு கீழ்க்காண்பதாகும்.

$$°API = 141.5/\ (ஒ.அ.\ 60/23°\ செ.) - 131.5$$

பாயும் நிலை (pour point). மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் எரிபொருளானது பாயக் கூடிய தன்மையைப் பெறும் நிலை பாயும்நிலை என வரையறுக்கப்படுகின்றது. இப்பண்பானது எரிபொருளின் உட்கூறைச் (composition) சார்ந்ததாகும்.

சாதாரணமாக, எரிபொருளின் பாயும் நிலை எதிர்பார்க்கப்படும் குறைந்த பயன்பாட்டு வெப்பநிலைக்கும் கீழாகக் குறைந்தது 10 இலிருந்து 15° வரை இருக்க வேண்டும்,

பனிப்படல நிலை (cloud point). அனிலீன் பனிப்படல நிலை ஓர் எரிபொருள் எண்ணெயில்பாரஃபின் தன்மையைக் காட்டும் அளவீடாகும். அனிலீன் பனிப்படல நிலையின் உயர்ந்த மதிப்பு, நேராகப் பெறப்பட்ட பாரஃபினைக் கொண்ட எண்ணெயினைக் (straight-run paraffinic oil) குறிக்கும். அனிலீன் பனிப்படல நிலையின் குறைந்த மதிப்பு வாசனையுள்ள நாப்தீனைக் கொண்ட எண்ணெயையோ உயர் சிதைவடைந்த எண்ணெயையோ குறிக்கும்.

கார்பன் அளவு (carbon content). காண்க. கான்ராடுசன் கார்பன் சோதனை (conradson carbon test).

சுழ்தெறி நிலை (flash point). குறிப்பிட்ட சோதனை நிலைகளில் ஒரு சோதனைச் சுடரை (test flame) வைக்கும்போது, எரிபொருட் பரப்பின் மீது ஒளிவீசும் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையாகும். இப்பண்பு, எரிபொருள் ஆவியாவதற்கான போக்கினைக் காட்டும் அறிகுறியாகும்,

எரிநிலை (fire point). குறிப்பிட்ட சோதனை நிலைகளில் ஓர் எரிபொருள் தீப்பற்றிக் குறைந்தது 5 நொடிகளாவது எரியும், மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையாகும்.

புகைநிலை. இந்த அளவீட்டின் வாயிலாக, ஓர் எரிபொருளின் புகைக்கும் போக்கு (smoking tendency) குறிப்பிடப்படுகின்றது. புகை நிலையானது, ஒரு குறிப்பிட்ட திரியினைக் கொண்ட விளக்கில் (given wick lame) ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சார்ந்த சுடரில் (specified type of flame) காணக் கூடிய புகை ஏதுமற்ற உச்ச உயரத்தின் (maximum height) அளவாகும்.

பிசுப்புத் தன்மை (viscosity). குறிப்பிட்ட நிலைகளில், நுண்துளைக் குழாய் (capillary tube) வழியாக, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு எரிபொருள் பாய்ந்து செல்வதற்கான நேரம் பிசுப்புத்தன்மையின் அளவாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. இயங்குப் பிசுப்புத்

தன்மை (kinematic viscosity) V, என்பது பிசுப்புத் தன்மையினைப் (viscosity) பொருண்மை அடர்த்தியினால் (mass density) வகுக்கும்போது கிடைப்பதாகும். அல்லது $V = \mu/\rho$. இதற்கான அலகு சென்டிமீட்டர் கிராம்செகண்டு அலகுகளில் ஸ்டோக் (stoke) என வழங்கப்படுகின்றது. ஆனால் சென்டி ஸ்டோக் (1/100 பங்கு ஸ்டோக்) வழக்கமாகப் பயன்படுத்தும் அலகாக அமைகின்றது. இயங்கு பிசுப்புத் தன்மையின்மதிப்பீட்டினைப்(செ.மீ²/நொடிகள்) பிசுப்புத் தன்மையினை அளவிடும் பல்வேறுபட்ட அளவீட்டு மானிகளினால் (viscometers) அளவிடப்பட்ட t நொடிகளாகக் கண்டறியலாம்.

சேபோல்ட் உலகளாவிய நொடிகள் ஆக இருக்கும்போது

$32 < t < 100 = 0.00226\ t - 1.95/t$

சேபோல்ட் உலகளாவிய நொடிகள் ஆக இருக்கும்போது

$t > 100 = 0.00220\ t - 1.35/t$

சேபோல்ட் பியூரால் நொடிகள் ஆக இருக்கும்போது

$25 < t < 40 = 0.0224\ t - 1.84/t$

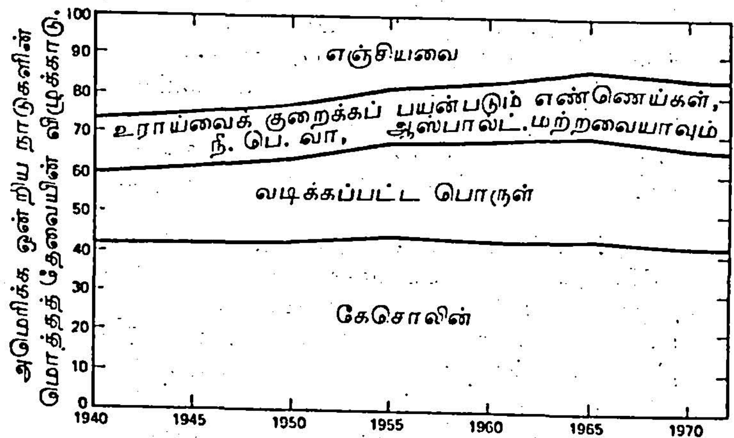
சேபோல்ட் பியூரால் (say bolt furol) நொடிகள் ஆக இருக்கும்போது

$t > 40 = 0.0215\ t - 0.50/t$.

சீடேன் எண் (cetane number). ஓர் எரிபொருளின் சீட்டேன் எண் (சீ.எ.) குறிப்பிட்ட நிலைகளில் (specified conditions) தரமான டீசல் பொறியின் தீப்பற்றும் பண்புடன் (ignition quality) ஒப்பிடும்போது அதற்கு இணையான தெரியாத எரிபொருளின் (unknown fuel) தீப்பற்றும் பண்பிற்கு ஈடான தீப்பற்றும் பண்பினைக் கொண்ட சீட்டேனும் ஆல்பா மெதில் நாப்தலீனும் (cetane and alpha-methyl naphthalene)உள்ள கலவையிலுள்ள சீட்டேனின் பருமன் அளவு விழுக்காடாகும். முறையாக ஆல்பா, மெத்தில் நாப்தலீன், சீட்டேன்இவற்றின் தீப்பற்றும் பண்பிற்கு இணையான தீப்பற்றும் பண்பினைக் கொண்ட எரிபொருள்களின் சீட்டேன் எண்ணின் அளவு எல்லைகள் 0 முதல் 100 வரையாகும். வழக்கமான சோதனைகளுக்காக மற்றும், 74 சீட்டேன் மதிப்புக்களைக் கொண்ட துணை ஒப்பீட்டு எரிபொருள்கள் (secondary reference fuels) விரும்பத்தக்கவாறு கலக்கப்படுகின்றன.

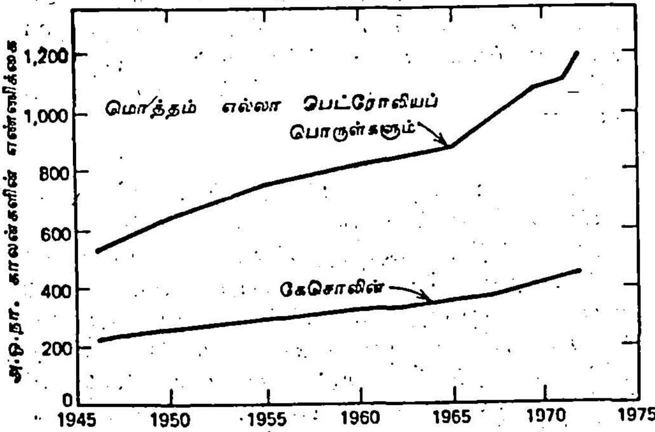
பெட்ரோலியத் தேவைகள். 1970ஆம் ஆண்டில், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில், பயன்படுத்திய மொத்த ஆற்றல்அளவில் 49% அளவு பெட்ரோலிய விளைபொருட்களைச் சார்ந்ததெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர்ப் பெட்ரோலிய விளைபொருள் தேவை சராசரி ஆண்டு வீத அளவில் (average annual rate) 4.7%க்கு உயரலாயிற்று. 1946 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க நாட்டின் எண்ணெய்த் தேவை ஒரு நாளைக்கு 5 மில்லியன் பீப்பாய்களுக்கும் குறைவாயிருந்தது. 1970 ஆம் ஆண்டின் போது, இத் தேவை ஒரு நாளைக்கு 14.7 மில்லியன் பீப்பாய்களாக வளர்ந்தது.

படம் 7இல் முதன்மையான வகைகளைச் சார்ந்த பெட்ரோலிய விளைபொருள்களின் தேவை (1940) ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தின் முதற்கொண்டு) சுருங்கக் கூறப்பட்டுள்ளது. இத் தேவைக்குக் காரணமான முதன்மையான கூறுகளில் அடங்குபவை. கூடுதலான மக்கள் தொகை(1940-முதல் 1970 ஆண்டுகளில் ஓர் ஆண்டிற்குச் சராசரியாக 1.5% வீதம் உயர்வு),



படம் 7. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் முதன்மையான வகைகளைச் சார்ந்த பெட்ரோலியம் பொருட்களின் பயன் பாட்டுப்போக்கு

தொழிற்சாலைகளின் விரிவாக்கம், ஒருவருக்கான வருமான உயர்வு அரசாங்கத்தின் மாற்றியமைக்கப்பட்ட கடன் வழங்கும் போக்கு, மக்களது வாழ்க்கைத் தரம் உயர்தல் என்பவாகும். இதன் காரணமாக மக்கள் மிகுந்த அளவில் ஊர்திகளையும் கருவிகளையும் பயன்படுத்தியதால் பெட்ரோலிய விளைபொருள்களின் தேவை அதிகரித்தது. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தனி ஒருவரால் பயன்படுத்தப்படும் எண்ணெய்ப் பொருள்களின் பயன்பாட்டினைப்படம் 8 இல் காணலாம். இது (1971 -1975 ஆம் ஆண்டுக் காலங்களில் உயர்ந்த வளர்ச்சி வீத அளவானது (growth rate) 9% அளவினை 1976 முதல் தொடர்ந்து பின்பற்றியது) 1980 ஆம் ஆண்டு வரையில், பெட்ரோலிய விளைபொருள்களுக்கான ஆண்டு வளர்ச்சி வீதம் 2.7% எனக் காட்டுகின்றது. இந்த ஆதாரங்கள் 1981 முதல் 1985 ஆண்டு வரையுள்ள காலங்களில், இவ்வளர்ச்சி வீதம் 3% எனக் காட்டுகின்றது.



படம் 8. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் தனி ஒருவருக்கான எண்ணெய்ப் பொருள்களின் பயன்பாடு

1980ஆம் ஆண்டில், ஒரு நாளைக்குரிய மொத்தத் தேவை 22.2 மில்லியன் பீப்பாய் எனவும், 1985 ஆண்டில் ஒரு நாளைக்குரிய தேவை 26.2 மில்லியன் பீப்பாயெனவும் எடுத்துக் கூறுகின்றனர். இதற்கு முந்திய பத்தாண்டுக் காலங்களில் கண்டதைப் போன்றே, முதன்மையான பெட்ரோலிய விளைபொருளாகக் கேசொலின் அமையும் எனவும், இதனுடைய பயன்பாடு 1980 ஆம் ஆண்டில் ஒரு நாளைக்கு 8.5 மில்லியன் பீப்பாயாக அமையும் எனவும் இந்த அளவானது வளர்ச்சி வீதத்தில் (growth rate) 3. 4% அளவைக் காட்டுவதாகும் எனவும் எதிர்பார்க்கப்படுகின்றன. கூடுதலான வருமானமும், நீண்ட விடுமுறையும் வேலையினின்று ஓய்வுபெறுதலும் முன்னரே அமையும்போது நீண்ட வாழ்நாளும், மக்கள் தொகை வளர்ச்சியின் குறைந்த மதிப்பீட்டினை மாற்றியமைத்து, அதன் காரணமாகப்பெட்ரோலிய விளைபொருள்களின் பயன்பாடு குறைவதற்கான சாத்தியக் கூறுகள் இல்லாமல் போகின்றன.

பெருகிவரும் விமானப் பயணத்தின் காரணமாயும், வசதிவாய்ந்த விமானத் தேவையின் காரணமாயும், வணிகச் சுழலி எரிபொருளின் (commercial turbine fuel)வளர்ச்சிவீதம் ஓர் ஆண்டிற்கு 5.2% அளவென எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய எடுத்துக்காட்டுகள், பயணத் திட்டங்கள், உள்நாட்டு, வெளிநாட்டுப் பயணங்களைப் பெரிய அளவில் தொடர்ந்து கூடுதலாக்கும் என்ற கருத்தைக் கொண்டதாகும். வடிக்கப்பட்ட எரிபொருளின் பயன்பாட்டிற்கான (distillate fuel consumption) எடுத்துக்காட்டுக்களைக் கூறுவது மிகச் சிரமமானதாகும். ஏனெனில் இத்தகைய எடுத்துக்காட்டுகள் இயற்கை எரிவாயுவின் (naturalgas) வழங்கீட்டுடனும் அதன் விலையுடனும் ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைந்ததாகும். இயற்கை எரிவாயுவிற்கு நெருக்கடியான நிலை தோன்றாத போது வடிக்கப்பட்ட எரிபொருளாகக் காணப் பயன்பாடு மிக்க அளவில் வளரும் என எதிர்பார்க்கப்படுவதற்கில்லை.

டீசல் எரிபொருளுக்கான பயன்பாடு தொடர்ந்து வளரும். நெடுஞ்சாலைகளுக்கான டீசல் பயன்பாட்டின் வளர்ச்சி வீதம், ஓர் ஆண்டிற்கு 10% அளவினை நெருங்கும்.

அணுமின் திறன் ஆக்க அமைப்புக்கள் அல்லது புதைபடிவு எரிபொருள் மின் ஆக்க அமைப்புக்கள் ஆகியவற்றின் திட்டங்கள் முடிவதற்குக் காலத்தாமதம் ஏற்படும்போதும் அல்லது தற்போதுள்ள மின்திறன் ஆக்கும் நிலையங்களில் வழக்கமான நிலக்கரி அல்லது வளிம எரிபொருள் வழங்கீட்டில் நிலைகுலைவு ஏற்படும்போதும் சுழலி - எரிபொருள் மின் ஆக்கத்தில் (turbine-fuel-generated power) மிகுந்த அளவிலான சுமையை உச்சச் சுமை நேரங்களில் வழங்கி, அதன் காரணமாக உலை எண்ணெய் டீசல் எரிபொருள் வகையைச் சார்ந்த எரிபொருள்களின் கூடுதலான தேவையை உண்டாக்கும்.

கந்தகம் மாசுறுதலுக்கான கட்டுப்பாட்டின் காரணமாகவும், இயற்கை வளிமம் கிடைக்கும் நிலை கடுமையாகும் மின்சக்தி ஆக்கத்தில் 7% அளவு கூடுதலாக ஆக்கம்செய்வதனாலும், பல்லாண்டுகளாக எஞ்சிய எரிபொருள் எண்ணெய்த் தேவை வெகுவாக உயர்ந்துள்ளது.1980 ஆம் ஆண்டில் இவ்வுயர்வு 71% வரை உயருமென முன்னறிவுப்புச் செய்யப்பட்டுள்ளது. இந்தஅளவினை மாற்றிக் கூறும்போது, எஞ்சிய எரிபொருளின் தேவை ஒரு நாளைக்கு 4 மில்லியன் பீப்பாய் எனக் கூறலாம். நீர்மமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வளிமத் தேவை நீ. பெ. வ. (liquefied petroleum gas - L P G) ஓர் ஆண்டிற்கு 5% அளவு வரை உயரும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. பெட்ரோலிய வேதியியல் ஊட்டப் பொருள்

களின் (petro chemical feed stock) தேவை ஓர் ஆண்டிற்கு 10% விதம் அதிகமாகும் என எதிர் பார்க்கப்படுகின்றது.

மேற்கூறப்பட்ட கருத்துக்கள், தற்போதுள்ள வாழ்க்கைத் தரங்களையும், வாழ்க்கைப் பாங்கினையும் நீண்டகாலத்திற்கு நீட்டிப்பதன் அடிப்படையில் தோன்றுவனவாகும். திறன் தேவைகளைப் பாதிக்கும் உலகம் முழுவதற்குமான அரசியல் நடவடிக்கைகளும், அரசாங்கத்தின் கட்டுப்பாட்டு விதி முறைகளும், பொருளாதாரத்தின் மற்றைய கூறுகளும் இக்கட்டுரையின் வரம்பிற்கு அப்பாற்பட்டனவாகும்.

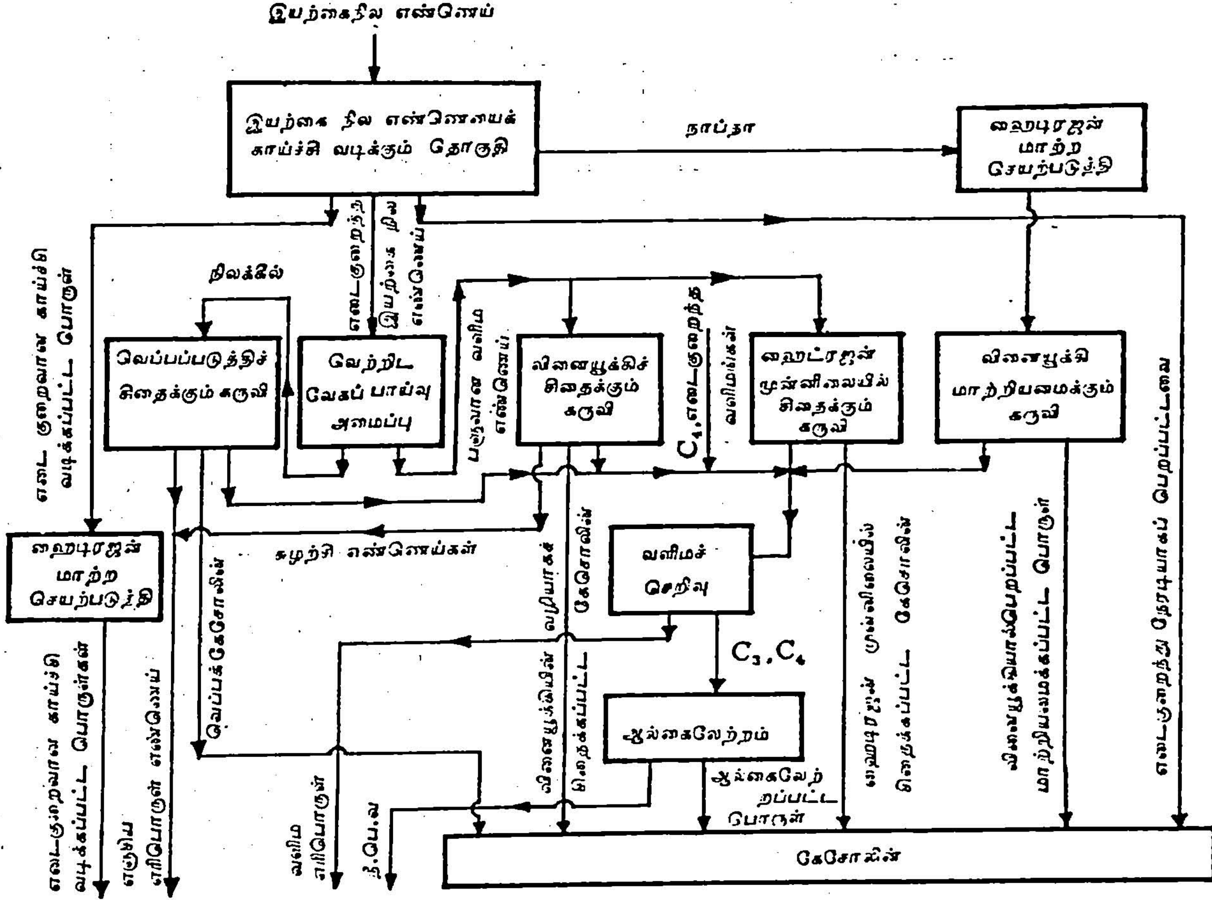
பெட்ரோலியப் போக்குவரத்து. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் வயல்களிலிருந்து இயற்கை நிலை எண்ணெயைத் தூய்மைப்படுத்தும் இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லவும், அதே போன்று தூய்மையாக்கப் பட்ட விளைபொருள்களை விற்பனையாகும் மைய இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்வதும், ஒரு காலத்தில் இருப்புவழிப் போக்குவரத்தைப் பெரிதும் சார்ந்தனவாக இருந்தன. 1970 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் இருப்புப் பாதைக்கான தேக்கக் கலங்களின் (rail road tank cars) பயன்பாடு மிகவும் குறைந்து கொண்டு செல்லத் தக்க மொத்தப் பெட்ரோலிய அளவில் 1%. அளவே இருப்புப் பாதை வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டது. இதன் பிறகு, 1974 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்கப் பெட்ரோலியக் கழகம், பெட்ரோலியத்தை இரயில் வழிப்பாதை வழியாகக் கொண்டு செல்லும் உறுப்பினர்களைப் பதிவு செய்தது. இவ்வுறுப்பினர்கள் தங்கள் பெட்ரோலியத் தேக்கக் கலங்களின் தொடர்களில் (petroleum rail car fleet) 40000 தேக்கக் கலங்களைப் பயன்படுத்தினர். 1900 ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர் அமைக்கப்பட்ட குழாய் வழிகள் ஒரே சீராக விரிவாக்கப்பட்டன. குழாய் வழியாகவும் நீர்வழிக் கப்பல்கள் வழியாகவும் (பெரிய விசைப் படகுகளிலும் மற்றும் ஒவ்வொரு கடற்கரைக்குமான எண்ணெய்க் கப்பல்களிலும் (barges and coast wise tankers) பெட்ரோலியத்தைக் கொண்டு செல்வது மிகவும் சிக்கனமுடையதாக அமைந்தது.

1900 ஆம் ஆண்டில் பெட்ரோலியப் பொருள்கள் குழாய் வழியாக 6800 மைல்கள் வரையில் கொண்டு செல்லப்பட்டன. இந்த அளவானது 1919 ஆம் ஆண்டில் 24,400 மைல்களாக உயர்ந்தது. அந்தக் காலங்களின் போதுதான் இரண்டு முதன்மையான தொழில் நுட்பப் போக்குகளின் காரணமாகக் குழாய் வழிப் பயன்பாடு உயரலாயிற்று. அவையாவன, (1) பெரிய விட்ட அளவிலான குழாய்கள் பரந்த அளவில் பயன்படுத்தல், தொடக்கக் காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட குழாய் வழிகள் 7.5 செ.மீ முதல் 15 செ.மீ விட்ட அளவினையுடையவையாய் இருந்தன. இதன் பின்னர் 20,25,30 செ.மீ குழாய்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. (2) குழாய் வழி நெடுகிலும் உள்ள நிலையங்களில், நீராவியால் இயக்கப்படும் மாதிரிகளைச் சார்ந்த (steam-driven models) எக்கிகளுக்குப் பதிலாக மிகவும் திறமை வாய்ந்த டீசல் எக்கிகள் நிறுவப்பட்டன. 1906 ஆம் ஆண்டு அனைத்து மாநிலங்களுக்கான குழாய் வழிகள், அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் அனைத்து மாநில வாணிகப் பொறுப்புக் குழவின் (Inter State Commerce Commission) ஆட்சி எல்லைக்குள் வந்தது. அந்நாள் முதல் இந்நாள் வரை இக்குழுவே குழாய் வழிகளுக்கான ஆட்சிப் பொறுப்பைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. 1920 ஆம் ஆண்டில் தேசிய இணை அமைப்பில் (national net work), 19872 மைல்கள் அளவில் கூடுதலான குழாய் வழிகள் அமைக்கப்பட்டன. இப்பத்தாண்டுக் காலத்தில் பெறப்பட்ட முதன்மையான நன்மைகள் வருமாறு. (1) குழாய் வழிகளை இணைக்கும்போது ஒரு குழாயுடன் மற்றொரு குழாயை இணைப்பின் வழியாக (coupling) இணைப்பதற்குப் பதிலாகப் பற்ற வைத்துப் பிணைக்கப்பட்டது (welded) (2) அனைத்து பற்றவைத்துப் பிணைக்கப்பட்ட குழாய்களுக்குப் (lapwelded pipe) பதிலாக உயர் கார்பன் அளவைக் கொண்ட எஃகுக் (high carbon steel) குழாய்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன, (3) மின் ஊட்டப்பட்ட எக்கிகள், டீசல் எக்கிகளை மாற்றம் செய்தன.

1930 ஆம் ஆண்டிலும் அதற்குப் பின்னரும் இரண்டாம் உலகப் போரின் தொடக்கத்திற்கு முன்னரும், உள் மாநிலங்களுக்கிடையே, கூடுதலாக 20000 மைல்கள் நீள அளவில் குழாய் வழிகள் நிறுவப்பட்டன. இக் குழாய் பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்கும் அமைப்புக்களுக்குப் பெட்ரோலியத்தை நாடு முழுவதும் கொண்டு சென்றது. 1930 ஆம் ஆண்டில், தூய்மையாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய விளை பொருட்களைக் குழாய் வழியாகக் கொண்டு சென்றதனால், இரயில் வழியாகக் கொண்டு செல்லும் அளவு குறையலாயிற்று. 1937 ஆம் ஆண்டின் விலை ஒப்பீடு, இந்தப் போக்கை நன்கு விவரிக்கும். விலை ஒரு டன் மைலுக்கானது, (cost per ton mile) சரக்கு வண்டிகளில் 4.873 சென்டுகள் (cents) இரயில் வழியாக, 1.640 சென்டுகள், எண்ணெய்க் கப்பல் அல்லது பெரிய விசைப் படகு (tanker or barge) வழியாக 0.063 சென்டுகள், பெட்ரோலியப் பொருளுக்கான குழாய் வழியில் 0.527 சென்டுகள்(1 சென்டு

$$(\text{cent} = \frac{1}{1000} \text{ டாலர்; 1 டாலர்} = \text{ரு.}12.00).$$

1930 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கக் காலத்தில் பெட்ரோலியப் பொருட்களுக்கான குழாய் வழிகள் தோன்றியமையால் பொருள்களைக் கொண்டு செல்வதற்கான துறையில் குழாய் வழி அமைப்பு ஒரு புதிய முயற்சியாக உருவாக்கப்பட்டது. இதன் காரணமாக விலைபோகும் மைய இடங்களில் அமைந்த



படம் 9. எரிபொருள்கள் ஆக்கம் செய்வதற்காக ஒருங்கிணைந்த தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் முக்கியமான எண்ணெய்ப்பொருள் பாய்வு

பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கும் நிலையங்களின் நன்மையினை, இயற்கை நில எண்ணெயினை ஆக்கம் செய்யும் டெக்சாஸ், ஒக்லஹாமா போன்ற நெடுந் தொலை இடங்களிலமைந்த தூய்மையாக்கும் நிலையங்களில் உண்டாக்கப்பட்ட பெட்ரோலியப் பொருட்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற் குக் குழாய் வழியாகக் கொண்டு செல்லும் முறை சரிக் கட்டியது. பெட்ரோலியப் பொருட்களுக்கான குழாய் வழிகள் அமைப்பதில் பெரிதும் முன்னேற்றம் காணப்படினும், இவ்வழிகள், தூய்மையாக்கப்பட்ட பொருள்களில், ஒரு சிறிய பகுதியைமட்டுமே கொண்டு சென்றன. எடுத்துக்காட்டாக, 1941 ஆம் ஆண்டில் குழாய் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்ட பெட் ரோலியப் பொருள்களின் அளவு, பெரிதும் வழிப் பாதைத் தேக்கக் கலங்களில் கொண்டு செல்லப்பட்ட அளவில் 5% ஆகும்.

1942 ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்கள் 10 ஆம் நாள் பெரிய அங்குலக் (big inch) குழாய் வழிகள்

அட்டவணை 14. *1962-1972 ஆண்டுகளில் பெட்ரோலியக் குழாய் வழிகளுக்கான ஒப்புமை (பருமன் அளவு 1000 பீப்பாய்களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது).*

கொண்டு செல்லப்பட்ட பொருள்	பருமன் அளவு	1962 விழுக்காடு	1972 பருமன் அளவு	விழுக் காடு	10 ஆண்டில் மாறுதல் விழுக்காடு
கேசொலின்	775,296	62.3	1,638,756	55.2	+111
வடிக்கப்பட்ட பொருள்கள்	264,444	21.3	659,409	22.2	+149
எரிபொருள் எண்ணெய்					
கெரோசின்	75,248	6.0	46,132	1.6	—39
தாரை எரிபொருள்	28,261	2.3	226,371	7.6	+701
இயற்கை வளி மங்கள்நீர்	100,807	8.1	397,330	13.4	+249

டெக்சாசில், லாங்வியூவிலிருந்து இலினாய்விலுள்ள நாரிஸ் நகரம் வரையிலும், பிறகு இக்குழாய் வழி நியூ ஜெர்ஸியிலுள்ள லிண்டன் வரையிலும் நிறுவ அனுமதிக்கப்பட்டது. இவை1945 ஆம் ஆண்டில் செப்டம்பர்த் திங்கள் வரையிலும், அமைக்கப்பட வேண்டிய 33 குழாய் வழிகளில், இரண்டினைமட்டுமே கொண்டனவாகும். இவ்வழிகள் போர்க்கால ஆண்டுகளில் இணைஅமைப்பில் 22500 கி.மீ.கூடுதலாகச் சேர்ந்தன. 1945 ஆம் ஆண்டின்போது குழாய் வழியாகப் பெட்ரோலியப் பொருள்களின் வழங்கீடு, அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் கிழக்குப் பகுதியில், மொத்த வழங்கீட்டு அளவில் 40°/₀ ஆகும். ஆனால், இருப்பு வழியாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டவை மொத்த வழங்கீட்டு அளவில் 27°/₀ அளவிற்குக் குறைந்துவிட்டது.

1962 முதல்-1972 வரையுள்ள ஆண்டுகளுக்கு இடைப்பட்ட 10ஆண்டுக் காலத்தில், 1962 ஆம் ஆண்டினை அடிப்படை ஆண்டாகக் கொண்டால் குழாய் வழியின்வளர்ச்சி கீழ்க்காணுமாறுஅமையும்.இயற்கை வளிமக் குழாய் வழிகள் 52°/₀; தூய்மையாக்கப்பட்ட பொருள்கள் 138%, இயற்கை நில எண்ணெயைக் கொண்டு செல்லும் குழாய் வழிகள் 134%. 1971 ஆம் ஆண்டின்போது, உள் மா நிலங்களுக்கான பெட்ரோலிய விளைபொருள்களைக் கொண்டு செல்வதற்கான குழாய் வழிகளின் ஒருங்கிணைந்த மைல்களின் அளவு, இயற்கை நில எண்ணெயைக் கொண்டு செல்லும் குழாய் வழிகளின் அளவைக் காட்டிலும் அதிக 'மாயிற்று. பெரிய அளவிலான இலாபம், தாரை விமான எரிபொருளின் வழியாக 701% அளவும் இயற்கை வளிம நீர்மங்களின் வழியாக 294°/₀ அளவு கிடைத்தது. முதலில் கூறப்பட்ட இலாப அளவு வாணிகப் போக்குவரத்துத் துறையில் உந்துத் தண்டின் வழியாகத் திறன் ஊட்டப்பட்ட விமானங்களுக்குப் பதிலாக தாரை வழியாகத் திறனூட்டப்பட்ட விமானங்கள் முழுமையாக மாற்றம் செய்விக்கப்பட்டதையே குறிப்பதாகும் காண்க, (அட்டவணை 14)

1960 ஆம் ஆண்டின்போது, நீர்மமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வளிமத்தைக் கொண்டு செல்லும் இரு பெரும் குழாய் வழிகள் இயங்கத் தொடங்கின. அவையாவன, மேப்கோ (இவ்வழி, தென் மேற்கிலிருந்து மின்னியாப்பாலிஸ் வரையிலும்), டிக்சி (dixie) (இவ்வழி தென்மேற்கிலிருந்து ஜியார்ஜியாப் பகுதி வரையிலும்) குழாய்களாகும். இவ்விரு குழாய் வழிகளின் இயக்கமும் பின்னர் விரிவாக்கம் செய்யப் பட்டது.

1970 ஆம் ஆண்டில், கடற்கரையிலிருந்து சிறிது தொலைவில் கடலில்அமைந்த பெட்ரோலியக்கிணற்று அமைப்புகளின் குழாய் வழிக் கட்டுமானங்களில் மிகுந்த அளவிலான கவனம் செலுத்தப்பட்டது. இத்தகைய கடலடிக் குழாய் வழிக் கட்டுமானங்கள் முற்றிலும் புதிய தொழில்நுட்பத்துடன் ஆக்டிக் பகுதிகளிலிருந்து நீண்ட குழாய் வழிகளில், இயற்கை நில எண்ணெயைக் கொண்டு வருவதற்கு அமைந்தன.. குழாய் வழித் தொழில் நுட்பம் இயற்கை வளிமம் என்னும் கட்டுரையில் விரித்துரைக்கப் பட்டுள்ளது.

மத்திய 1970 இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளுக்கான குழாய் வழிப்புள்ளித்தொகுப்பு விவரங்கள்கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இயற்கை நில எண்ணெய்க்கான குழாய்வழிகள், 100,000 கி.மீ (நடு மையக் குழாய்கள்),11,000 கி.மீ (சேகரிப்பு) தூய்மையாக்கப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டு செல்லும் குழாய்வழிகள், 100, 000 கி. மீ அதாவது மொத்தம் 250, 000 கி. மீ.

ஆகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் ஓர் ஆண்டில, குழாய் வழிகளில் இயற்கை நில எண்ணெய் வழங்கிடு 5, 509, 663, 000 பீப்பாயாகவும், தூய்மையாக்கப்பட்ட பொருள்கள் 3, 33 6872, 000 பீப்பாயாகவும் மொத்தம் 8, 846, 565, 000 பீப்பாயாகவும் அமையும்.

தயாரிக்கும் இடங்களிலிருந்து உள்நாட்டிற்கும், இடைப்பட்ட தூரத்தினைக் கொண்ட இடங்களுக்கும் மற்றும் தயாரிக்கும் இடங்களிலிருந்து தங்களது இருப்பிடங்களில் தேக்கத் தொட்டிகளைக் கொண்டிருக்கும் தனியார்களுக்கும், வணிக, தொழிற்சாலைப் பயனீட்டாளர்களுக்கும் பெட்ரோலியப் பொருள் தொட்டிகளைக் கொண்ட சரக்கு வண்டிகள் (tank trucks) கொண்டு சென்றன. அதிகச் செலவின் காரணமாக, சரக்கு வண்டிகள் வழியாக மிகுந்த அளவு வழங்கிடு, 480 கி. மீ ஆர அளவிற்குள் அமைந்தது.

பெட்ரோலியத்தைத் தூய்மையாக்குதலும் பதப்படுத்துதலும். இயற்கை நில எண்ணெயின் பல வேறுபட்ட வகைகளின் காரணமாகத் (செயல்படுத்தும் முறையினைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது, முக்கிய வேறுபாடுகளைக் காட்டக் கூடியவை) தூய்மையாக்கப்பட்ட பொருள்களின் (refined products) வேதியியற் கலப்பு ஒரு நிலஇயல் அமைப்பிற்கும் மற்றொரு நில இயலமைப்பிற்கும் வேறுபடுகின்றது. மேலும் சிலவகையான தூய்மையாக்கப்பட்ட பெட்ரோலியப் பொருள்களுக்கு, வேறுபட்ட காலங்களில் தேவைமாறுவதனாலும், எந்த இரு பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கும் நிலையங்களும், ஒருமித்து இரா. வினையூக்கம் செய்து சிதைக்கும் அமைப்புகளும (catalytic crackers) மாற்றியமைக்கும் அமைப்புகளும் (retormers) ஹைடிரஜனைக் கொண்டு மாற்றிச் செயல் முறைப்படுத்தும் அமைப்புகளும் (hydro-treaters) மற்றும் இது போன்றதான சில தொகுதிகளும், ஒரு தூய்மையாக்கும் நிலையத்திற்கும் மற்றொரு தூய்மையாக்கும் நிலையத்திற்கும் ஒன்றாகவே இருந்தாலும், இவையாவும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்ட அமைவும் முறையும், ஒரு நிலையத்திற்கும் மற்றொன்றிற்கும் வேறுபடும். படம் 9 இல் காட்டப்பட்டுள்ள படத்தில், ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட தூய்மையாக்கும் நிலைய அமைப்புகள் மிகவும் எளிமைப்படுத்திக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இயற்கை நில எண்ணெயிலிருந்து எரிபொருள்களைத் தயாரிப்பதற்கு அடிப்படையான முக்கிய செயல்முறைப்படுத்தும் தொகுதிகளாவன இயற்கை நில எண்ணெயைக் காய்ச்சி வடித்தல் (crude distillation), வினையூக்கி மாற்றியமைத்தல் (catalytic cracking), வினையூக்கிச் சிதைத்தல் (catalytic cracking), வினையூக்கி ஹைடிரஜன் முன்னிலையில் சிதைத்தல் (catalytic hydro cracking), ஆல்கைலேற்றம் (alkylation), வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல் (thermal cracking), ஹைடிரஜனைக் கொண்டு மாற்றிச் செயல் முறைப்படுத்துதல் (hydro treating), வளிமச் செறிவூட்டம் (gas concentration) என்பனவாகும்.

நீர்ம மற்றும் வளிமப் பாய்வுகளைத் தூய்மையாக்குவதற்குப் பல எண்ணிக்கையுள்ள துணை முறைகளைக் கொண்ட பதப்படுத்தும் தொகுதிகளை மேலாளுமையையும், மாசுறுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்புகளைக் குளிர்விக்கும் நீர் அமைப்புகளையும் வளிமப் பாய்விலிருந்து (gas streams) ஹைடிரஜன் சல்பைடினை (அல்லது தனிம சல்பரினை) மீட்கும் தொகுதிகளையும், உப்பினை நீக்கும் அமைப்புகளையும் மின் நிலையங்களையும் நீராவி ஆக்கம் செய்யும் அமைப்புகளையும், இயற்கை நில எண்ணெயையும் அதன் விளை பொருள்களையும் தேக்கத் தக்க வசதிகளையும் தூய்மையாக்கும் நிலையங்கள் கொண்டிருக்கின்றன. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின், பெட்ரோலியத்தைத் தூய்மையாக்கும் தொழிற்சாலைகளின் முக்கிய புள்ளித் தொகுப்பு விவரங்கள் அட்டவணை 15 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பெட்ரோலியம் தூய்மைப்படுத்துதலும் பெட்லோலிய வேதியியற் பொருட்களின் ஆக்கமும், 24 மணி நேரமும், ஆண்டின் 365 நாள்களிலும் நடைபெறும். இதன் பராமரிப்பிற்கான நேரம் திட்டமிடப்பட்ட குறைந்த கால அளவைக் கொண்டது. காண்க படங்கள் 10, 11. ஒருவர் தூய்மையாக்கும் நிலையத்தைப் பார்த்தாலன்றி அதன் அளவினையும், சிக்கல் வாய்ந்த அமைப்பையும் புரிந்து கொள்ளுதல் எளிதன்று. காண்க, படங்கள் 12, 13.

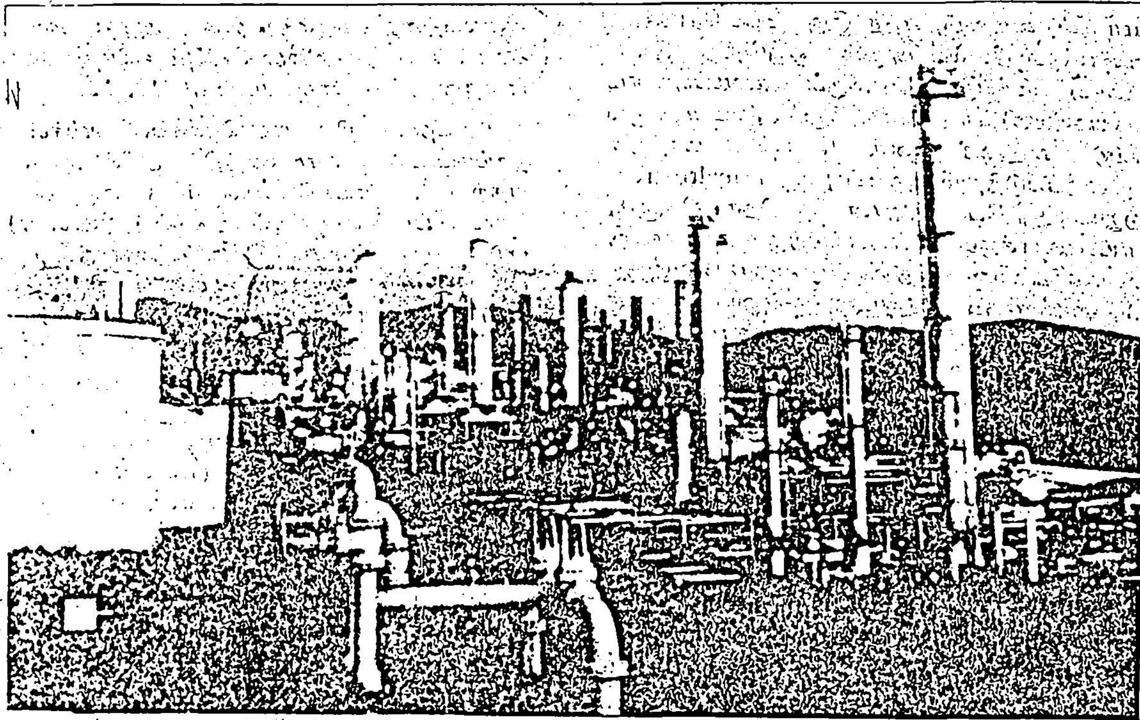
இயற்கை நில எண்ணெயைக் காய்ச்சி வடித்தல். தூய்மையாக்கும் சாதனத்தில் அரித்தலைக் குறைப்பதற்காக, காய்ச்சி வடிக்கும் தொகுதிக்கு முன்னதாக உப்பினை நீக்கும் அமைப்பு (desalter) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வுப்பினை நீக்கும் அமைப்பானது மூல இயற்கை நில எண்ணெயிலுள்ள கனிம உப்பின் அளவைக் (inorganic salt) குறைகின்றது. உப்புச்செறிவூட்டங்கள் பரந்த அளவில் வேறுபடுகின்றன,(1000 பீப்பாய்களில் சுழி முதல் பல நூறு கி.கி. அளவிலான NaCl என்று குறிப்பிடப்படுகின்றது. இயற்பியல் முறையில் காய்ச்சிப் பகுத்து வடிக்கும் முறையில் (fractioral distillation) இயற்கை நில எண்ணெய்க்கான தொகுதி இயங்கி, இயற்கை நில எண்ணெயைப் பல கொதிக்கும் இடைவெளிகளைக் கொண்ட கூறுகளாகப் பிரிக்கின்றது. இவ்வாறாகப் பிரிக்கப்பட்ட கூறுகள், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சாதனத்தின் வழியாகச் செயல் முறைப்படுத்தப்படுகின்றன. தூய்மையாக்கும் நிலையங்களிடையே, இக் கூறுகளின் (அல்லது பின்னங்களின்) கொதிக்கும் இடைவெளி வேறுபட்டாலும், இயற்கை

அட்டவணை 15. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் பெட்ரோலியத் தொழிற்சாலையின் ஆக்கத்திறனும் முதலீடும்

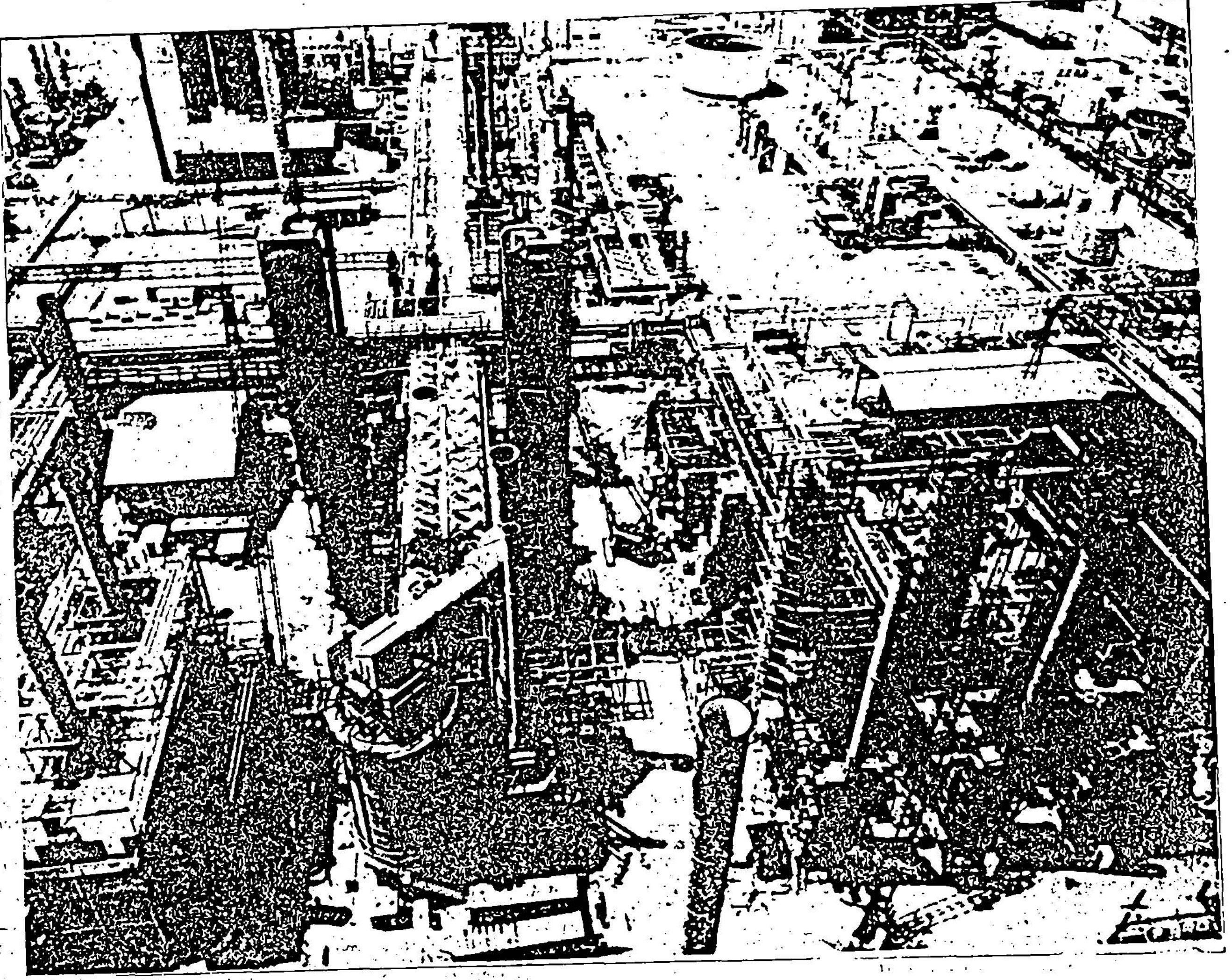
(1947 — 1970)

ஆண்டு	தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் மொத்த ஆக்க அளவு (மில்லியன் பீப்பாய்கள்)	தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் மொத்த முதலீடு ($ மில்லியன்கள் R = 12.00)	1970 - ஆம் ஆண்டின டாலர் விலையின் படி சரி செய்யப்பட்ட முதலீடு $ - மில்லியன்கள்)	தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் மொத்த வேலையாட்கள் (ஆயிரங்களில்)	தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் ஆக்க அளவு ஒரு வேலையாளுக்கு (பீப்பாய்கள் / ஆண்டு)	முதலீடு — ஆக்கம் செய்யும் ஒரு வேலையாளுக்கு கானது (1970 $)
1947	1,923	3600[அ]	6,257[அ]	146	13,171	42,865
1950	2,190	4600[அ]	7,420[அ]	140	15,600	53,000
1955	2,875	6000	8,700	136	21,007	63,971
1960	3,119	8400	11,012	113	27,600	97,451
1965	3,527	9,525	11,725	89	39,189	131,742
1970	4,390	12,725	12,725	90	48,777	141,389

அ. பெட்ரோலிய வேதியியல் பொருளுக்கான சில முதலீட்டையும் உள்ளடக்கியது. தூய்மையாக்கும் நிலையங்களின் பெட்ரோலிய வேதியற் பொருட்களைச் சாராத தனித்த முதலீட்டுக் குறிப்புகள், 1955 ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னர் கிடைக்கவில்லை.



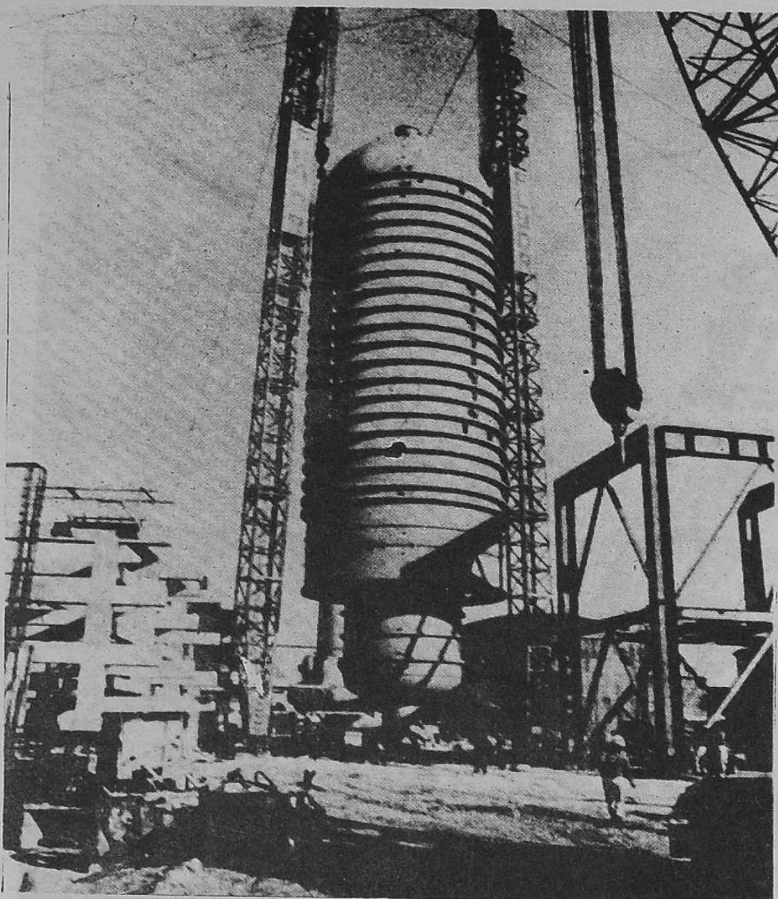
படம் 10. பிஓர்ட்டோ ரிக்கோ வில் பெனுவேலாஸ் (Penuelas) என்ற இடத்தில் அமைந்த காமன்வெல்த்தினுடைய எண்ணெய் வளங்களைத் தூய்மையாக்கும் நிலையமும், பெட்ரோலிய வேதியியல் அமைப்புகளும்



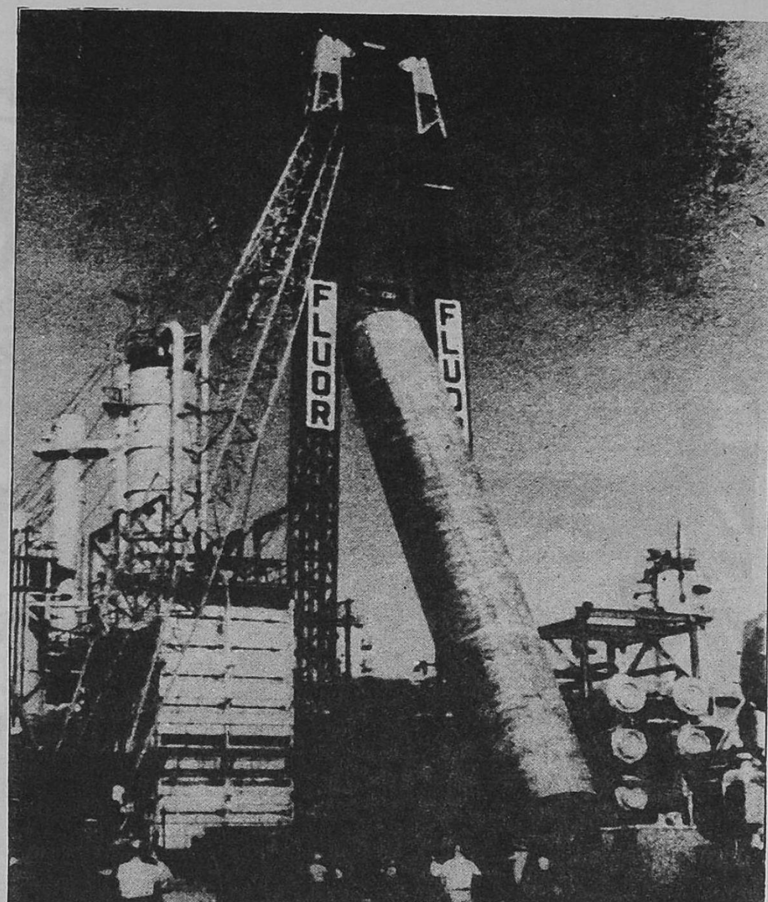
படம் 11. டெக்சாசில் போமான்டில் தூய்மையாக்கும் நிலையத்தில் வான்வழியாகக் காணப்படும் ஒரு பகுதி. முன்புறத்தில், இடப் புறமையப் பகுதியில் ஹைடிரஜன் முன்னிலையில் சிதைக்கும் கருவி (hydro cracker) காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

நில எண்ணெயைக் காய்ச்சி வடிக்கும் ஒருவகையான தொகுதி, கீழ்க்காணும் பின்னங்களில் இயற்கை நில எண்ணெயைப் பிரிக்கும் வளி மண்டல அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடிக்கும்போது, நேரடியாகப் பெறப்பட்ட மென்மையான பின்னம் (light straight run fraction) இப்பின்னத்தில் C_5, C_6 ஹைடிரோக் கார்பன்கள் பெருமளவில் இருக்கும். மேலும் இப்பின்னம் இயற்கைநில எண்ணெயில் கரைந்துள்ள C_4 ஐயும் எடை குறைந்த வளிம நிலையிலுள்ள ஹைடிரோக் கார்பன்களையும் கொண்டுள்ளது, 93°-204° செ. கொதிக்கும் எல்லையைக் (nominal boilinge range), கொண்ட நாப்தா பின்னம் (naphtha fraction), 204°-343° செ கொதிக்கும் எல்லையைக் கொண்ட எடை குறைவான வடிக்கப்பட்ட பொருள் (distillate) ஆகியன கிடைக்கும்.

வெற்றிடத் தெறிப்பு. 343°-முதல் 566° செ. வரையுள்ள கொதிக்கும் இடைவெளியைக் (boiling range) கொண்ட, பளுவான வளிம எண்ணெயும் (heavy



படம் 12. குவைத்தில் ஷூவைபா என்ற இடத்தில் குவைத் நாட்டின் தேசியப் பெட்ரோலிய நிறுவனத்தினுடைய தூய்மை யாக்கும் நிலையத்தில் 10 மீ. விட்டமுடைய 263டன் எடை யினைக் கொண்ட காற்றற்ற வெற்றிடத்தில் காய்ச்சி வடிக்கும் கோபுரம் நிறுவப்படுகிறது.



படம் 13. எல்லாமே குவைத்தில், ஷீவைபாவில் ஹைடிரஜனால் அமைந்த உலகத்தின் முதல் தூய்மையாக்கும் நிலையத்தின் ஹைடி ரஜன் முன்னிலையில் சிதைக்கும் 67டன் எடையுடைய உலை நிறுவப்படுகின்றது.

gas oil) வடிக்க இயலாத எஞ்சிய நிலக்கீலும் (pitch) தொகுதியின் வளி மண்டல அழுத்தக் காய்ச்சி வடிக் கும் பிரிவில் (atmospheric pressure distillation section of the unit) இயற்கை நில எண்ணெய் வெப்பப்படுத்தப்பட்டுப் பகுதி அளவில் ஆவியாக்கப் பட்டுப் பின்னர், காய்ச்சி வடிக்கும் கம்பத்தின் அடிப் புறத்திற்குச் சற்று மேலாகப் புகுத்தி விடப் படுகின்றன. இந்த உருளை வடிவக் கொள்கலம் (clyindrical vessel) பல தட்டுகளைக் (trays) கொண் டுள்ளது. இத் தட்டுகளின் வழியாக ஹைட்ரோக் கார்பன் ஆவிகள், மேல் நோக்கிச் செல்லும். ஒவ்வொரு தட்டும் நீர்ம அடுக்கினைக் (layer of liquid) கொண்டு அதன் வழியாக ஆவிகள் குமிழ் களை உண்டாக்கிச் செல்லும். இத் தட்டுகளிலுள்ள நீர்மமானது புவிஈர்ப்பு விசையினால் கீழ்நோக்கித் தொடர்ந்து ஒரு தட்டிலிருந்து அதனை அடுத்துக் கீழுள்ள தட்டிற்குப் பாய்கின்றது.

அடுத்தடுத்துள்ள தட்டுகளின் வழியாக ஆவியா னது மேல் நோக்கிப் பாயும்போது அவற்றின் எடை குறைகிறது. மூலக்கூறு எடை (molecular weight) குறைந்ததாயும், எளிதில் ஆவியாகுந் தன்மை மிக்க தாயும் (more volatile) குறைந்த கொதிக்கும் வெப்ப நிலையைக் கொண்டதாயும் (lower boiling tempera- ture) உள்ளது. நீர்மங்களின் எடை கீழே போகப் போகப் பளுவானதாய் உள்ளது (மூலக்கூறு எடை உயர்ந்ததாயும், எளிதில் ஆவியாகுந் தன்மை குறைந் தும் கொதிக்கும் வெப்பநிலை உயர்ந்தும் உள்ளது). எதிர்பாய்வுச் செயலின் (counter current action) விளைவினால், கொதிநிலைகளை (boiling point) அடிப்படையாகக் கொண்ட காய்ச்சிப் பின்னமாக்கி வடித்தல் அல்லது ஹைட்ரோக் கார்பன்களைப் பிரித் தல் (fractional distillation or separation of hydro carbons) நிகழ்கின்றது. முன்னரே தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட தட்டில், நிகர விளைபொருளாக (net product நீர்மத்தை எடுக்கலாம். இவ்வாறாக, நாப்தா (naptha) போன்ற எடை குறைந்த நீர்மங்கள் (lighter liquids)

கம்பத்தின் (column) மேலுள்ள தட்டுகளின் வழியாக வெளியேறுகின்றன. ஆனால் டீசல் எண்ணெயைப் போன்ற பளுவான நீர்மங்கள் கம்பத்தின் அடியிலுள்ள தட்டுகளிலிருந்து வெளியேறுகின்றன. இவ்வாறாக ஒரு நிகர நீர்ம விளைபொருளின் கொதிக்கும் இடைவெளி எந்தத் தட்டிலிருந்து அது எடுக்கப்பட்டது என்பதைச் சார்ந்ததாகும். கம்பத்தின் மேற்புறத்தில் C_2ம் எடை குறைந்த ஹைட்ரோ கார்பன்களைக் கொண்ட ஆவிகளும் எடுக்கப்படுகின்றன. ஆனால் 343°செ வெப்ப நிலையில் கொதிக்கும் நீர்மப் பாய்வுகள் (liquid stream) அடிப்புறத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. அடியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பகுதி வளிமண்டல எச்சம் (atmospheric residue) என அழைக்கப்படுகின்றது.

இந்த எச்சத்தை மேலும் வெப்பப்படுத்தி 50 மில்லி மீட்டர்கள் பாதரசக் கம்ப அளவினைக் கொண்ட தனிமுதல் அழுத்தத்தில் (absolute pressure) இயங்கும் வெற்றிடக் கம்பத்தில் (vaccum column) புகுத்துகின்றது. நீராவியைக் கொண்டு வெளியேற்றும் அமைப்புக்களால் (steam ejectors) இவ்வெற்றிடம் உண்டாக்கப்படுகின்றது. வேகப் பாய்வுப் பிரித்தல் முறையில் (flash separation) பளுவான வளிம எண்ணெயும் (heavy gas oil), வடிக்க இயலாத நிலக்கீலும் (non distillable pitch) பிரிக்கப்படுகின்றன. குழாய் வடிவான வெப்பப்படுத்தும் கருவிகள் (tubular heaters) வழியாக இயற்கை நில எண்ணெயும் வளிமண்டல எச்சமும் (atmospheric residue) வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன.

எண்ணெய் அல்லது எரிபொருள் வளிமத்தால் எரிக்கும், எரிவிப்பைக் கொண்ட உயர் வெப்பத்தை ஏற்கும் பொருளால் ஆக்கம் செய்யப்பட்ட அறையில் (refractory combustion chamber fired with oil fuel gas) குழாய்களுக்குள்ளே, எண்ணெய் எக்கி மூலமாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. இப்படிச் செல்லும் போது, இவ்வறையிலுள்ள வெப்பத்தை, வெப்பச் சுழல் முறையிலும் கதிர் வீச்சின் வழியாகவும் குழாய்ச் சுவர்களின் வழியாகப்பெற்றுக் குழாய்களுக்குள் செல்லும் எண்ணெய்க்கு வழங்கப்பட்டு வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றது. நேரடியாகப் பெறப்பட்ட எடை குறைந்த கேசொலின் இயற்கை நில எண்ணெயிலுள்ள C_1 ஐவிட எடை குறைவான எல்லா ஹைட்ரோக் கார்பன்களைக் கொண்டதாயும் C_5, C_6 குடும்பங்களைச் சேர்ந்த ஹைட்ரோக் கார்பன்களைப் பெரும்பான்மையாகக் கொண்டதாயும் உள்ளது. C_4 ஐயும் எடை குறைந்த ஹைடிரோக் கார்பன்களையும் நீக்கி, நிலைப் படுத்திய பின்னர் (இவை, மைய வளிமச் செறிவூட்டத் தொகுதி வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன), நிலைப் படுத்தப்பட்ட C_5, C_6 கலப்பினைச் செயல் முறைப் படுத்தி மணமுள்ள மர்க்கேப்டான்கள் (odorous mercaptans) நீக்கம் செய்யப்பட்டுப் பின்னர், நிலையத்தின் கேசொலின் குளத்தைச் (gasoline pool) சென்றடைகின்றது. இக் குளத்தில், கேசொலினுடன் கலப்புகளைச் சேர்த்து இறுதியான பொருள் உண்டாக்கப்படுகின்றது. காரீயம் சேர்க்காத கேசொலினின் ஆக்டேன் எண் (ஆய்வு முறை எண்) 70 இற்கும் குறைந்ததாகும். இவ்வாறாகக் கலப்பினை உருவாக்குதல் அல்லது மேற்கொண்டும் செயற்படுத்துதலில் (blending or further processing) கேசொலினின் எதிர் உள் வெடிப்புப் பண்புகளை (antiknock qualities) மேம்படுத்தத் தேவையாகின்றது. மாற்றாக்கத்தைப் (isomerization) பயன்படுத்தி ஆக்டேன் வரையளவினை (octane rating) மேம்படுத்தலாம். இவ்வாறே காரீய ஆல்கைல்களைச் (lead alkyls) சேர்த்து ஆக்டேன் அளவினை மேம்படுத்தலாம்.

இறுதிக் கேசொலின் குளங்களில் (finished gasoline pools) கலப்பதற்குத் தக்க கூறாக நாப்தாவைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்னர், நாப்தாவை மேற்கொண்டும் செயல் முறைப்படுத்த வேண்டும். ஆக்டேன் எண்ணானது 40 முதல் 50 வரை எல்லையைக் கொண்டிருக்கும். வினையூக்கி மாற்றியமைக்கும் தொகுதியில் (catalyticreforming unit) செலுத்துவதற்கு முன்னர், மாற்றியமைக்கும் வினையூக்கியின் (reforming catalyst) வாழ்க்கை நீட்டிப்பதற்கு, நாப்தா ஊட்டப் பொருள் (naphtha feed stock) ஹைடிரஜனைக் கொண்டு மாற்றிச் செயல்முறைப் படுத்தப் படுகின்றது.

வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தலின் (vacuum distillation) வழியாக, இயற்கை நில எண்ணெயிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட வளிம எண்ணெயும், (gas oil) அதனுடன் எடை குறைவான வடிக்கப்பட்ட பொருள்களின் பகுதியும் (portions of light distillates) வினையூக்க வைத்துச் சிதைக்கும் அணிகளின் (catalytic cracking units) ஊட்டப் பொருளாக (feed stock) அமைகின்றன. கேசொலினின் கொதிநிலையைக் காட்டிலும், அதிகமான கொதிநிலை எல்லையைக் கொண்ட அத்தகைய பகுதிகளைக் கேசொலினாக வினையூக்க வைத்துச் சிதைக்கும் தொகுதிகள் மாற்றம் செய்கின்றன. மீதமுள்ள சிதைவுறாத பொருள்கள் சுழற்சி எண்ணெய்கள் (cycle oils) வீடுகளுக்கான வெப்பப்படுத்தும் எரிபொருள் கூறுகளாகப் (பொதுவாக ஹைடிரஜனைக் கொண்டு மாற்றிச்செயல்முறைப்படுத்தப்பட்ட பின்னர்) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் இவற்றைக் கொண்டு, எஞ்சிய பின்னப் பொருள்களுடன் (residual fraction) கலந்து அதன் பிசுப்புத் தன்மையைக் (viscosity) குறைத்து, ஏற்கத்தக்க பளுவான எரிபொருள் எண்ணெய்களாகச் (acceptable heavy fuel oils) செய்யப்படுகின்றன. சில தூய்மையாக்கும் நிலையங்களில் சுழற்சி எண்ணெய்களை (cycle oils) ஹைடிரஜன் முன்னிலையில் சிதைத்துக் (hydro cracked) கேசொலினாக மாற்றம் செய்வார்கள்.

அட்டவணை: 6 பெட்ரோலியத் தொழிற்சாலையின் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றங்கள், காலவரிசைப்படி

	ஏற்பட்ட அறைகூவல்		செயல் நிறைவேற்றம்
1.	மேம்படுத்தப்பட்ட கேசோலினின் பண்பும, அதன் பெருமத் தேவையும்	1.	வெப்பப்படுத்திச் சிதைக்கும் முறைகள் (ஏறத்தாழ 1910 ஆம் ஆண்டில்)
2.	கேசொலின், கெரோசின் ஆகியவற்றின் நிலைத் தன்மையும், மணத்தை மேம்படுத்துவதற்கான தேவையும்	2.	வேதியியல் கரைசல்களில் தூய்மையாக்குதலும், கூட்டிணைப்பு முறையைப் பயன்படுத்துதலும், ஆக்சிஜனேற்றத்தைத் தடுக்கும் பொருள்களைப் (oxidation inhibitors) பயன்படுத்துதலும், 1920 ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்ட காலத்தில் தொடங்கப்பட்டன.
3.	மேம்படுத்தப்பட்ட கேசொலினின் பண்பும், அதன் பெருமத் தேவையும்	3.	(அ) டெட்ரா எத்தில் ஈயத்தினைக் கண்டுபிடித்தல் (1921) (ஆ) வினையூக்க முறையின் வழியாக எடை குறைவான ஒலிஃபின்களை (olefins) (பல (poly) கேசொலினாக ஆக்கம் செய்யும், பல்லுறுப்பாக்கும் (polymerization) முறை 1930 இல் (இ) வினையூக்க வைத்துச் சிதைத்தல் (catalytic cracking) கண்டுபிடிக்கப்பட்டு மேம்படுத்தப்பட்டன (1930-ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்ட பகுதியில்).
4.	இரண்டாம் உலகப் போருக்காகப்போர்விமானங்களில் பயன்படுத்தும் 100 ஆக்டேன் எண்ணிற்கும் மேலான கேசொலின் சோதனைகள்	4.	வினையூக்க முறையின் வழியாக எடைகுறைவான ஒலிஃபின்களுடன் (light olefins) எடை குறைவான ஐசோ பாரஃபின்களை (ligh isoparaffins) ஆல்கைலேற்றம் (alkylation) செய்தல், 1932 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வணிக முறையில் அமைந்த ஆக்கம் 1940 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் தொடங்கியது.
5.	மிகுந்த அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களின் தேவை, அதிலும் குறிப்பாக டி.என்.டி. (T.N.T.) யைத் தயாரிப்பதற்கு டொலுயீனின் (toluene) தேவை. வேதியியல் தொகுப்பிற்காகப்(chemical synthesis) போர்விமானங்களில் பயன்படுத்துவதற்கேற்றதான, பென்சீன்,டொலுயீன் மற்றும் உயர் ஆக்டேன் எண்ணைக்கொண்ட அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோக் கார்பன்களின் தேவை.	5.	அ. விலைகுறைவான உலோக வினையூக்கிகளைப் (non noble metal catalyst) பயன்படுத்தி, வினையூக்க வைத்து மாற்றியமைக்கும் முறையின் வழியாக (catalytic reforming) பெட்ரோலிய நாப்தாவிலிருந்து டொலுயீனை ஆக்கம் செய்தல் (1940 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில்) ஆ. மாற்றியமைக்கப்பட்ட பொருளுடன் (reforr mate) ஃபினாலையும் (phenol) மற்ற பொருள்களையும் சேர்த்த கலப்பிலிருந்து, டொலுயீனைக் காய்ச்சி வடித்தல் வழியாகப் பிரித்தெடுத்தல் (1940 ஆம் ஆண்டின் ஆரம்பம்) இ. கெரோசினைத் தூய்மையாக்குவதற்கு SO_2 வினைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை 1907 ஆம் ஆண்டு எடுத்துக் கூறப்பட்டது. இம்முறையைக் கொண்டு, மாற்றியமைக்கப்பட்ட பொருளிலிருந்து அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் பெறப்பட்டன (1940 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில்).

	(1)		(2)
		(ஈ)	கும்மீனை (cumene) ஆக்கம் செய்யத் திட H_3PO_4 வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தி, பென் சீனுடன் புரோபைலீனை (propylene) ஆல்கை லேற்றம் செய்தல். (1940 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கம் முதல் நடு வரை)
6.	போர்க்காலங்களில், செயற்கை ரப்பரைத் தயா ரிக்கத் தேவையான பியூட்டாடைன் (butadiene)	6.	பெட்ரோலியக் காய்ச்சி வடிக்கப்பட்டப் பொருள்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் (petro-leum distillates) வெப்ப மற்றும் வினையூக்க முறைகள் (thermal and catalytic processing) வேக பியூடாடைன் திட்டம் தொடங்கப்பட் டது (quicky buta diene program) (1940 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கம்)
7.	போர்க்காலவிமானக் கேசொலின் தயாரிக்கும் திட்டத்தில், ஆல்கைலேற்றத்திற்காக மிகுந்த அளவுள்ள ஐஸோ-பூடேனின் தேவை	7.	n-பூட்டேனை மாற்றாக்கம் செய்தல் (isomeri-zation) (1040-ஆம் ஆண்டின் ஆரம்பம்)
8.	நேரடியாகப் பெறப்பட்ட கேசொலீனின் பண் பினை மேம்படுத்துதல்	8.	விலையுயர்ந்த - உலோக வினையூக்கியைப் (noble metal catalyst) பயன்படுத்தி வினையூக்க வைத்து மாற்றியமைத்தல் (1949)
9.	கேசொலீனிலிருந்தும், நாப்தாவிலிருந்தும், சல் பர் சேர்மங்களையும் வினையூக்கிக்கு ஊறு விளைவிக்கும் பொருள்களையும் (catalyst poi-sons) நீக்குதல்	9.	வினையூக்க வைத்து ஹைட்ரஜனைக் கொண்டு மாற்றிச் செயற்படுத்துதல். (1950 ஆம் ஆண் டின் தொடக்கத்தில்)
10.	தூய அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் மற்றும் அரோமாட்டிக் செறிவுப் பொருள்கள் (aromatic hydro carbons and aromatic concen-trates) ஆகியவற்றின் கூடுதல் வழங்கீடு.	10.	நீர்கலந்த கிளைகால்களைப் (aqueous gly cols) பயன்படுத்தி, நீர்மக் கரைப்பான் வழி யாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறைகளும், மேம்பட்ட தொடர்பிற்கான வழிகளும் (1952)
11.	எடைகுறைவான, மற்றும் பளுவான வடிக்கப் பட்ட பொருள்களையும் (light and heavy distillates) கெரோசினையும் தூய்மைப்படுத்து தல்	11.	வினையூக்க வைத்து ஹைட்ரஜனைக் கொண்டு மாற்றிச்செயற்படுத்தும் முறையினை மேம்படுத் துதல் (1050 இடையில்)
12.	கேசொலினில் பயன்படுத்தப்படும் எடை குறைந்த ஹைட்ரோ கார்பன்களின் பண் பினை மேம்படுத்துதல்	12.	வேதியியல் மாற்றத்தில் எளிதில் மாறாத உலோக வினையூக்கிகளைப் (noble - metal catalysts) பயன்படுத்தி, வினையூக்க வைத்து மாற்றாக்கம் செய்யும் புதிய முறைகள் (new catalytic isomerization processes) இம்முறை களில் C_4 C_5 C_6 n - பாரபின்களை ஐஸோ-பார பின்களாக மாற்றம் செய்வித்தல்
13.	எடை குறைந்த எரிபொருள்கள் கேசோலின் இவற்றின் ஆக்கத்தை உயர்த்துதலும் பளுவான எரிபொருள்களின் ஆக்கத்தைக் குறைத்தலும்.	13.	மிகுந்த அளவில் கையாளத்தக்கதான வினை யூக்க வைத்து ஹைட்ரஜன் முன்னிலையில் சிதைக்கும் முறைகளை (catalytic hydro crack-ing processes) உருவாக்குதல். (1950 முதல்-1960 வரை)
14.	ஸ்டைரீன் (styrene) தயாரிப்பிற்குத் தேவை யான எதில் பென்சீன் (ethyl benzene)	14.	தூய்மையாக்கம் செய்யும் நிலையத்தின் வாயுக் களில் பெறப்பட்ட நீர்கலந்த எதிலீனுடன் (dilute ethylene) பென்சீனை நேரடியாக ஒன்று சேர்க்கும் வினையூக்கவைத்து ஆல்கைலேற்றும் முறை (catalytic alkylation process) உருவாக் கம் (1958).

15.	ஐசோ - பாரஃபினைக் கொண்ட கலவைகளி லிருந்து இயல் பாரஃபினைப் (normal paraffin) பிரித்தல்	15.	மூலக்கூறு சல்லடைகளை (molecular sieves) திண்மநிலை உறிஞ்சு பொருட்களாகப் (solid adsorbants) பயன்படுத்துதல் (1959, ஆனால் 1960-ஆம் ஆண்டின் பிற்பட்ட பகுதிவரையில் வணிக முறையில் செயல்படுத்தப்படவில்லை.)
16.	பென்சீன் வழங்கீட்டை உயர்த்துதலும் டொலு யின் வழங்கீட்டைக் குறைத்தலும்	16.	டொலுயீனில் ஹைட்ரோ ஆல்கைல் நீக்கம் செய்தல், (hydro dealkylation of toluene) ஆல் கைல் நாப்தலீன்களிலிருந்து, நாப்தலீனைத் தயாரித்தல் (1960 இன் தொடக்கம்)
17,	நைலானிற்காகச் சைக்ளோ ஹெக்சேனைக் தொகுத்தல் (synthesize cyclo hexane for nylon)	17.	பென்சீனை வினையூக்கவைத்து ஹைட்ரஜனேற் றம் செய்தல் (catalytic hydrogenation) (1960 இன் தொடக்கத்தில்)
18.	பளுவான எரிபொருள் எண்ணெய்களின் (heavy fuel oils) பண்பினை மேம்படுத்துதல்	18.	பளுவான எரிபொருள்களை (heavy fuels) ஹைட்ரஜனைக் கொண்டு கந்தக நீக்கம் செய் தல், (hydro desulfurization of heavy fuels) இதனை ஹைடிரஜன் முன்னிலையில் சிதைத் தும் பெறலாம்.
19.	உயிர்ச் செயல்வழி அழிந்து மூலப் பொருளாக மாறும் தன்மையுடைய் செயற்கைத் தூய்மை யாக்கும் பொருள்கள் (biode gradable synthetic detergents)	19.	n-பாரஃபின்களில் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் செய்து n-ஒலிஃபின்களாக்கி அவற்றுடன் பென்சீனை ஆல்கைலேற்றம் முறைகளின் உருவாக்கல் (1960 நடுவில்).
20	p-சைலீன் (p-xylene) ஆக்கத்தை உயர்த்துதல்	20.	C8 அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களை, p -சைலீனாக (p - xylene) மாற்றாக்கம் செய் தல் (1950 இன் பிற்பட்ட காலம்.)
21.	தனித்த தூய சைலீன் மாற்றியங்களின் (individual pure xylene isomers) வழங்கீட்டை மேம் படுத்துதல்.	21.	சரியான, காய்ச்சிப் பகுத்து வடித்தலின் வழியாக மற்ற மாற்றியங்களைப் (isomers) பிரித்தலுக்கு இயலத் தக்கதாக உயர்ந்த அளவி லும் தூய்மையிலும் p -சைலீனை, மேற்புற உட்கவர்தல் வழியாகப் பிரித்தல் (adsorptive separation)

பெட்ரோலியத் தொழிற் சாலையின் முன்னேற்றம். 20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கப் பகுதி முதற் கொண்டே பெட்ரோலியத் தொழிலில் பெற்ற கால வரிசைப்படியான முன்னேற்றம் அட்டவணை 16இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஜே.சு.

நூலோதி :

Considine, D. M. (editor): "Handbook of Energy Technology," McGraw Hill, New York, 1976.

American Petroleum Institute: "Technical Reports," nos. 1, 2 (and subsequent), issued periodically, American Petroleum Institute, Washington, D.C.

ஆற்றல் மட்டங்கள்

அணுக்கருவில் (nucleus) நேர்மின்னூட்டம பெறற புரோட்டான்களும், மின்னூட்டமற்ற நியூட் ரான்களும் உள்ளன. அவறறைச் சுற்றி எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற எலக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு குவாண்டம் (குவைய) வட்டணைகளில் (quantum orbits) சுற்றி வருகின்றன. ஒவ்வொரு குவாண்டம் வட்டணைக்கும் தனித் தனியான ஆற்றல் மட்டங்கள் உண்டு. எலக்ட்ரான்கள் எந்த வட்டணையில் சுற்றி வருகின்றனவோ அந்த வட்டணைக்குரிய ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். இவை, ஆற்றல் மட்டங்கள் (energy levels) எனப்படும்.

மேலும், ஒவ்வொரு ஆற்றல் மட்டமும், சிறு சிறு ஆற்றல் மட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். கீழ்க் குவாண்டம் நிலைகளின் ஆற்றல் அளவு மேல் நிலைகளைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். இந்த ஆற்றல்களும் குவாண்டம் நிலைகளின் ஏறுவரிசை

யில் படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். மிகத் தாழ்ந்த ஆற்றல் மட்டம் அடி மட்ட நிலை (ground state) எனவும், உயர் ஆற்றல் மட்டங்கள் கிளர்ச்சியுற்ற நிலைகள் (excited states) எனவும், அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக படம் 1இல் ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஆற்றல் மட்டங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக உயர்மட்டத்தி லுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை அடிமட்ட நிலையி லுள்ளதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

அணு நிறமாலை. தனித்தனியாக ஆற்றல் நிலைகளிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் தமது ஆற்றலை வெளியிடுவதில்லை. ஆனால், தாழ் ஆற்றல் மட்டங்களில் உள்ள எலக்ட்ரானைப் புறச்செய லால் கிளர்ச்சியுறுமாறு செய்து உயர் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு மாற்றலாம். பொருள்கள், இயல் பாகத் தமது ஆற்றலை எவ்வளவு குறைவாக வைத் துக்கொள்ள முடியுமோ அவ்வளவிற்குக் குறைத்துக் கொள்ள முயலுமென்பது இயற்கை நெறி. எனவே, இந்தக் கிளர்ச்சியூட்டப்பெற்ற எலக்ட்ரான், தன் உயர் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து அடி ஆற்றல் மட் டத்திற்குத் தாவும். அப்போது, அவ்விரு மட்டங் களுக்கிடையேயுள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு ஒரு கதிர் வீச்சாக (radiation) வெளிப்படும். ஒரு தனிமத்தில் இவ்வாறு வெளிப்படும் கதிர்விச்சுக்களை அணுவின் நிறமாலை (atomic spectrum) எனக் கூறுகிறோம். அல்லது குறிப்பாக அணுவின் உமிழ்வரி நிறமாலை (emission line spectrum) என அழைக்கிறோம்.

சுற்றுப்பாதைக் குவாண்டம் எண் — ஆற்றல் - ஜூல்களில்

கிளர்ச்சி நிலைகள்:
n = ∞ — 0
n = 5, O-கூடு — -0.87×10^{-19}
n = 4, N-கூடு — -1.36×10^{-19}
n = 3, M-கூடு — -2.42×10^{-19}
n = 2, L-கூடு — -5.43×10^{-19}

அடிமட்ட நிலை:
n = 1, K-கூடு — 21.76×10^{19}

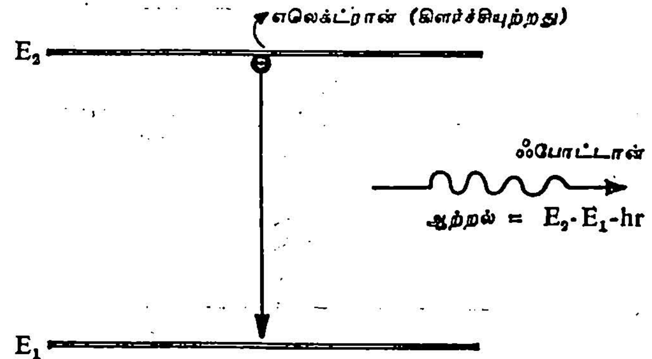
படம் 1. ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஆற்றல் மட்டங்கள்

ஒவ்வொரு தனிமத்திற்கும் அதற்குரிய அணு நிற மாலை உண்டு. இதேபோல், கீழ் மட்டத்திலுள்ள ஓர் எலக்ட்ரான் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலை உட் கவர்ந்து மேல் மட்டத்திற்கு உயரும். இச் செயலை உட்கவர்தல் எனக் கூறுகிறோம்.

ஆற்றல் கதிர்வீச்சாக வெளிவரும்போதோ உட்கொள்ளப்படும்போதோ $E = h\gamma$ என்ற சமன் பாட்டின்படி நடைபெறுகிறது. $h\gamma$ என்பது ஒரு ஃபோட்டான் (photon) பெற்றிருக்கும் ஆற்றலாகும். இதில் γ-என்பது கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண் (frequency); h என்பதுபிளாங்கின் மாறிலி (planck's constant); இதன்படி, ஓர் எலக்ட்ரான் E_2 என்ற ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து, E_1 என்ற ஆற்றல் மட்டத்திற்குத் தாவும்பொழுது, இவ்விரு மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடான E_2-E_1, ஒரு ஃபோட் டானாக வெளிப்படும். அதாவது,

$$E = E_2 - E_1 = h\gamma$$

இக்கருத்து கீழ்க்காணும் படத்தில் தெளிவாக்கப் பட்டுள்ளது.

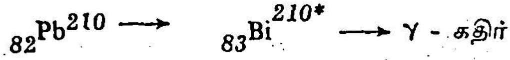


படம் 2 ஃபோட்டான் வெளிப்படுதல்

அணுக்கரு ஆற்றல் மட்டம். கதிரியக்கத் தனி மங்கள் (radio active elements) மிகு ஆற்றலு டைய காமாக் கதிர்களை (γ-rays) வெளியிடு கின்றன. அதன் நிறமாலை தனித் தனியான திட்டவட்டமான அதிர்வெண்களைக் கொண்டது. இது, அணுவைப்போல அணுக்கருவும் பல ஆற்றல் மட்டங்களைக் கொண்டுள்ளது என்பதனைக் காட்டு கிறது. அணு, ஒரு மட்டத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாறும்போது கதிர்வீச்சு வெளிவிடுதல்போல், காமாக் கதிர் அணுக்கருவின் ஆற்றல் மட்டங்களில் மாற்றம் ஏற்படும்போது வெளிப்படுகிறது. ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத் துகள் (α or β particle) வெளிவரும்போது காமாக் கதிர் வெளிப்படும்.

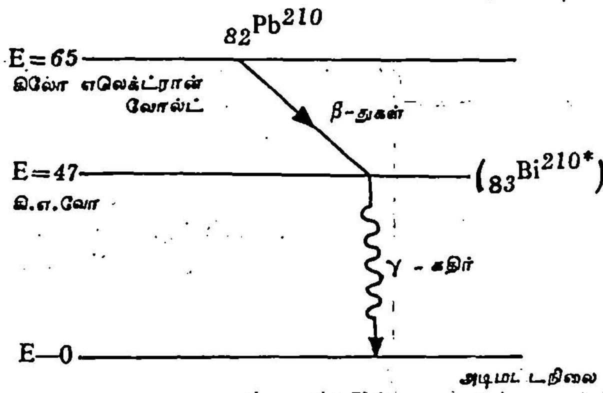
ஓர் அணுக்கரு ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத் துகளை வெளிவிடும்போது எச்ச அணுக்கருவை

கிளர்ச்சிநிலையில் விடுகிறது. கிளர்ச்சிநிலையிலுள்ள விளை அணுக்கரு அதனைவிடக் குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்திற்கோ அடிமட்ட நிலைக்கோ வரும்பொழுது காமாக் கதிர்வெளிப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, பொருண்மை எண் (mass number) 210 ஆகவும், அணு எண் (atomic number) 82 ஆகவும் கொண்ட ஈயம் ($_{82}Pb^{210}$) என்ற கதிரியக்கத் தனிமம், பீட்டாத்துகளை வெளியிட்டு, பொருண்மை எண் 210 ஆகவும், அணு எண் 83 ஆகவும் கொண்ட பிஸ்மத் ($_{83}Bi^{210}$) என்ற தனிமமாக மாறுகிறது. இது இப்பொழுது கிளர்ந்த நிலையிலிருக்கும். அது அடி மட்டநிலைக்குத் தாவும் பொழுது காமாக் கதிர் வெளிவருகிறது. இதனை,



$$_{82}Pb^{210} \longrightarrow {}_{83}Bi^{210*} \longrightarrow \gamma \text{ - கதிர்}$$

எனக் குறிக்கலாம். * என்ற குறியீடு கிளர்ச்சியுற்ற அணுக்கருவைக் குறிக்கிறது. இச்செயலைக் கீழ்க் காணும் படத்தின் வாயிலாக அறியலாம்.



படம் 3. காமாக்கதிர் வெளிப்படுதல்

E* என்பதைக் கிளர்ச்சி நிலையில் ஆற்றல் எனவும், அடிமட்ட நிலை, அல்லை E எனவும் கொண்டால் γ-கதிரின் ஆற்றல் $E^* - E = h\gamma$ ஆகும். இதன் ஆற்றல் 47 கிலோ எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும்.

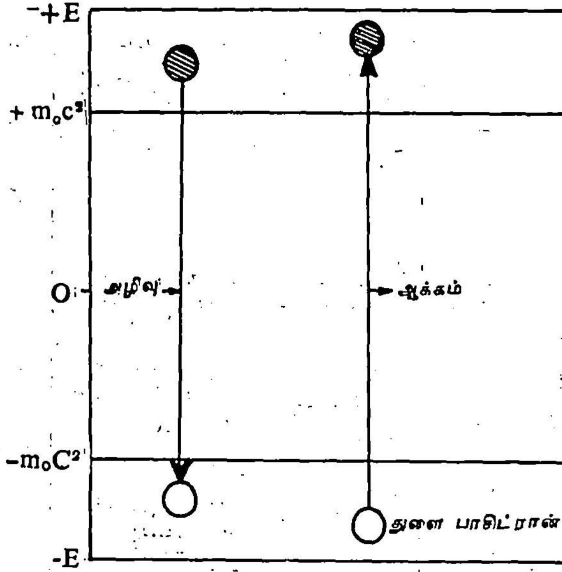
தற்காலக் கருத்தின்படி, எல்லா உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்களும், அவற்றின் தோற்றுவாய் (origin) எதுவாயிருப்பினும், காமா ஃபோட்டான்கள் எனப்படுகின்றன.

துகள் ஆற்றல் மட்டம். ஓர் அகக் கட்டமைப்பு இல்லாத ஒரு துகள் அடிப்படைத் துகள் எனப்படும். அணுவின் ஆக்கக்கூறுகளான எலக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகியவை அடிப்படைத் துகள்களே. மின்காந்தப் புலத் (electromagnetic field) தொடர்பு கொண்ட ஃபோட்டான்கள், ஈர்ப்புப்புலத் (gravitational field) தொடர்பு கொண்ட கிராவிட்டான்கள் (gravitons) ஆகியவையும் அடிப்படைத் துகள்களாகும். இவற்றின் பட்டியல் தற்காலத்தே நீண்டு கொண்டே போகிறது. இவை உண்மையிலேயே அடிப்படைத் துகள்கள் தாமா அல்லது அவற்றிற்கென ஓர் அமைப்பு உள்ளதா என்பது தான் தற்போது ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

அணுநிறமாலைகளை விளக்க ஒரு பொதுக் கோட்பாடு இருப்பதுபோல, அடிப்படைத்துகளை முழுதும் அறிந்துகொள்ளக்கூடிய ஒரு பொதுக் கொள்கையை இது வரை யாரும் தரவில்லை. டிராக் (Dirac) என்பவர் 1928 ஆம் ஆண்டு எலக்ட்ரானுக்கு மட்டும் உரிய ஒரு கொள்கையைத் தீந்தார். அவர் எலக்ட்ரான்கள் எதிராற்றல் நிலைகளில் (negative energy state) இருக்க முடியும் என்பதை நிறுவினார். இதன் மூலம் எலக்ட்ரானுக்கு எதிர்த்துகள் இருக்க வேண்டும் என்பதை ஊகித்தார். இக் கோட்பாடு பின்பு ஆய்வு மூலம் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது.

டிராக்கின் கோட்பாட்டின்படி நேர் ஆற்றல் நிலைகளிலுள்ள எலக்ட்ரானின் மொத்த ஆற்றல் E, அதன் ஓய்வுப்பொருண்மை ஆற்றல்(rest mass energy) m_0c^2 இலிருந்து (m_0 ஓய்வு நிறை; c-ஒளியின் வேகம்) முடிவற்ற (infinity) தாக இருக்கலாம். அதேபோல் எதிராற்றல் நிலைகளிலுள்ள எலக்ட்ரானின் மொத்த ஆற்றலும் m_0c^2 இலிருந்து ∞ வரை இருக்கலாம். மேலும், எதிராற்றல் நிலைகள், எலக்ட்ரான்களால் முழுதும் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் ஆகையால் நேர் ஆற்றல் நிலையிலுள்ள எலக்ட்ரான் எதிராற்றல் நிலைக்குத் தாவுதல் இயலாது. ஆனால் எதிராற்றல் நிலையிலுள்ள ஒரு எலக்ட்ரானுக்குப் போதுமான ஆற்றலைக் கொடுத்தால் அது நேர் ஆற்றல் நிலைக்கு உயரும். அவ்வாறு எலக்ட்ரான் வெளியேறிய பின்பு அது இருந்த இடம் வெறுமையாக இருக்கும். அந்த இடத்திற்குத் துளை (hole) என்பது பெயர். அத் துளை, எலக்ட்ரானின் எல்லாப் பண்புகளையும் பெற்றிருக்கும். ஆனால் அது நேர்மின்னூட்டம் கொண்டது போல் செயல்படும், அதனால் அதற்குப் பாசிட்ரான் (positron) எனப்பெயரிடப்பட்டது. இது எலக்ட்ரானின் எதிர்த்துகள் (antiparticle) ஆகும்.

பாசிட்ரான் உருவாவதற்குக் குறைந்தது $2m_oc^2$ ஆற்றலாவது தேவைப்படும். காரணம், m_oc^2 ஆற்றல் நிலையிலுள்ள எலக்ட்ரான் $+m_oc^2$ ஆற்றலுடைய நிலைக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. ஒரு பாசிட்ரான் உருவாகும்போது, சேர்ந்தாற்போல ஓர் எலக்ட்ரானும் தோன்றுகிறது. இது இணைத்துகளாக்கம் (pair production) என அழைக்கப்படுகிறது. அதாவது, இது ஆற்றலில் இருந்து பருப்பொருள்கள் உண்டாவதை (materialization of matter from energy) காட்டுகிறது. ஏனெனில், $2mc^2$ அளவு ஆற்றலானது மறைந்து இரு துகள்கள் தோன்றுகின்றன



படம் 4. இரட்டைத் துகளாக்கமும் அழிவும்

நேர் ஆற்றல் நிலையிலுள்ள ஓர் எலக்ட்ரான் எதிராற்றல் நிலையிலுள்ள வெறுமையை அடைக்கத் தாவும்போது, எலக்ட்ரானும், பாசிட்ரானும் சந்திக்கின்றன. அவை உடனே ஒன்றையொன்று அழித்துக்கொண்டு மறைந்துவிடுகின்றன. அப்பொழுது $2m_oc^2$ அளவு ஆற்றல் தோன்றும். இச்செயல் இணைத்துகள் அழிவு (pair annihilation) எனப்படும். இதுவும், இணைத்துகளாக்கமும் ஐன்ஸ்டைனின் பொருண்மை ஆற்றல் இணைமாற்றுத் (mass energy equivalence) தத்துவத்தை உறுதிப்படுத்துகின்றன. கீழ்க்காணும் படம் இவற்றை விளக்குகின்றது.

ஏ. நடராஜன்

நூலோதி

1. A.Beiser, Concepts of Modern Physics, McGraw Hill International Book Company, New York, 1973.
2. H.D.Young, Fundametals of Waves, Optics and Modern Physics, McGraw - Hill International Book Company, New York, 1976.

ஆற்றல் மாற்றம்

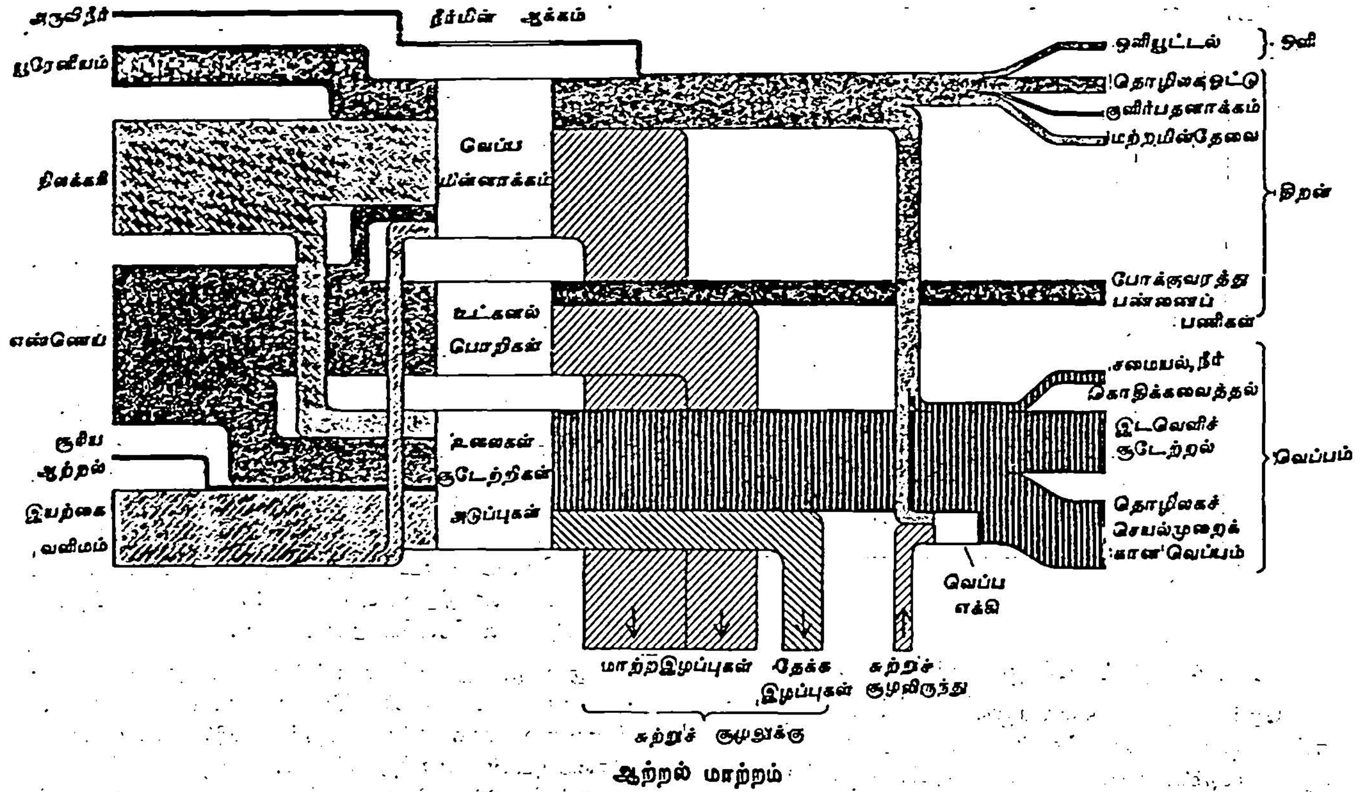
ஆற்றலை ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்திற்கு மாற்றும் செயல்முறை ஆற்றல் மாற்றம் ஆகும். இயற்கையில் எண்ணிறந்த முறைகளில் ஆற்றல் மாற்றம் நடைபெறுகிறது. சூரிய ஆற்றல் நீரை ஆவியாக்குகிறது. மேலும் அது புதைவு எரிபொருளின் வெப்ப ஆற்றலாகத் தேங்குகிறது. தொழில் நுட்ப உலகில் அனல் மின்நிலையங்களில் நிலக்கரியை எரித்து வேதியியல் ஆற்றல் மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. தானியங்கிப் பொறிகளில் எரிபொருளின் வேதியியல் ஆற்றல் பொறியின் ஊர்தி ஓட்ட ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. ஏவூர்தி உந்து எரிபொருள்கள் எரிவதால் ஏவூர்திகளுக்கும் இயக்க ஆற்றல் கிடைக்கிறது.

ஆற்றல் மாற்றத்திற்கான அடிப்படையான அறிவியல் கோட்பாடுகள் பல உள்ளன. அவை யாவன, ஆற்றல் அழியாமை விதி, வெப்ப இயங்கியலின் இரண்டாம் விதி, பெர்னௌலி கோட்பாடு, கிப்சின் கட்டிலா ஆற்றல் உறவு ஆகியனவாகும். மாற்றுதற்கியன்ற ஆற்றல் வகைகளாவன, வேதியியல் ஆற்றல், அணு ஆற்றல், மின் ஆற்றல், எந்திர இயக்க ஆற்றல், ஒளி ஆற்றல், நிலை ஆற்றல், அழுத்த ஆற்றல், இயக்க ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றல், என்பனவாகும். சிலவகை ஆற்றல் மாற்றங்களில் 100% திறமை கிடைக்கிறது. சிலவகைகளில் கோட்பாட்டியலான திறமையும் கூட 100 விழுக்காட்டுக்கு மிகத்தொலைவிலேயே அமைகிறது.

நடைமுறை மின்னாக்கியில் காந்தப்புலத்தில் உலோகக் கடத்திகள் இயங்கி இயக்க ஆற்றலை மின்னாற்றலாக 95% முதல் 99% வரையிலான திறமையுடன் மாற்றுகின்றன. ஒரு தானியங்கிப் பொறியில் 20% திறமை மட்டுமே கிடைக்கிறது. இவ்வகையில் அடைய முடிந்த கருத்தியலான திறமை 60% மட்டுமே ஆகும். காண்க, கார்னோச் சுழற்சி.

நீராவி அனல் மின் நிலையங்களில் எரிபொருளின் வேதியியல் ஆற்றல் மின்னாற்றலாக மாறுவதற்குள் பலவகை மாற்றங்களை அடைகின்றது. முதலில் கொதிகலன் அடுப்பில் எரிபொருள் எரிந்து வெப்ப ஆற்றலைத் தருகின்றது. இந்த வெப்ப ஆற்றல் கொதிகலனில் நீராவியின் வெப்ப ஆற்றலாக மாறுகிறது. நீராவியின வெப்ப ஆற்றல் சுழலியில் நீராவித் தாரைகளின் இயக்க ஆற்றலாக மாறுகிறது. தாரைகளின் இயக்க ஆற்றல் சுழலிகளின் இயக்க ஆற்றலாகவும் சுழலிகளின் இயக்க ஆற்றல் பிறகு மின்னகத்தில் மின் ஆற்றலாகவும் மாறுகின்றது. இது ஒரு சிக்கலான பன்மைச் செயல்முறை ஆற்றல் மாற்றத் தொகுதியாகும். காண்க, மின் திறன் நிலையங்கள், மின் திறன் ஆக்கம்.

மேற்கூறிய ஆற்றல் மாற்ற முறைகளில் உள்ள சில படி நிலைகளைக் குறைக்கும் முயற்சி வானியக் கவியலிலும் செயற்கைக்கோள், ஏவுகணை தொழில் நுட்பத்திலும் தற்காலத்தில் நடைபெறுகின்றன. இவற்றில் சூரிய ஆற்றலும், அணு ஆற்றலும், மின் ஆற்றலாகவும், இயக்கஆற்றலாகவும் மாற்றப்படுகின்றன. ஆற்றல் மாற்றத்தின் முதன்மைப் போக்கு ஆற்றல் மூலங்களாகிய புதைப்படிவு எரிபொருள், அணுக்



ஆற்றல் மாற்றம்

கரு எரிபொருள், சூரிய ஆற்றல், காற்று, அலைகள், ஓதங்கள், நிலக்கோள வெப்பம் ஆகியவற்றை மின்னாற்றலாக மாற்றுவதாகவே உள்ளது. இந்த ஆற்றல் மாற்றத்திற்குப் பயன்படும் அறிவியல்களாவன: மின்காந்தவியல், மின்வேதியியல், வெப்ப மின்னியல் வெப்பஅயனியியல், காந்தப் பாய்ம இயங்கியல், நிலை மின்னியல், அழுத்த மின்னியல், ஒளி மின்னியல் என்பனவாகும். காந்த உராய்வு, இருப்புமின்சாரம், வளிமண்டல மின்சாரம், நிலக்கோள மின்சாரம், பொருள்களின் தொடுகை மின்னிலை (contact potential) ஆகியவையும் இந்த ஆற்றல் மாற்றங்களில் பங்கு பெறுகின்றன. காண்க, ஆற்றல் மூலங்கள்.

என்றாலும் ஆற்றல் மாற்றத் துறையில் தற்காலத்தில் மின்காந்த இயலே தலையாய இடம் வகிக்கிறது. சிறிய அளவுப் பயன்பாடுகளுக்கு மின்கலங்கள் பரவலாகப் பயன்படும் மின்வேதியியல் அமைப்பாகும். காண்க, மின்கலம்; மின் சுழல் எந்திரத்தொகுதி; எரிபொருள் மின்கலம்; காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கம்; சூரிய மின்கலம்; வெப்ப அயனி மின்னாக்கம்; வெப்ப மின் திறனாக்கி.

ஒரு நாட்டின் பொருளாதாரத்தில் பயன்படும் ஆற்றல் மாற்றச் செயல்முறைத் தொகுதியை மேல் உள்ள படம் விளக்குகிறது.

உலோ. செ

நூலோதி

1. Baumeister, T., Standard Handbook for Mechanical Engineers, 7th Ed., McGraw - Hill Book Company, New York, 1967.

2. Chang, S.S.L., Energy Conversion, McGraw-Hill Book Combany, New York, 1963.

3. Kaye J., and Welsh, J.H., Direct Conversion of Heat to Electricity, McGraw - Hiil Book Company, New York 1960.

4. Mitchell, W., Fuel Cells, McGraw - Hill Book Company, New York, 1963.

ஆற்றல் மாற்றிகள்

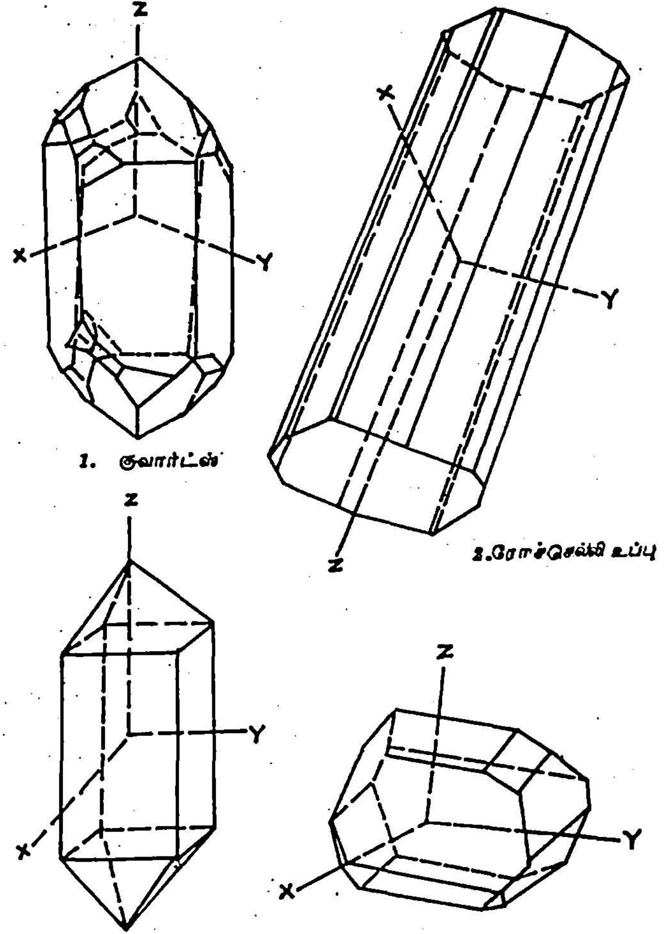
ஒரு வடிவ ஆற்றலை மற்றொரு வடிவ ஆற்றலாக மாற்ற உதவும் கருவிகள் ஆற்றல் வடிவ மாற்றிகள், அல்லது சுருங்க, ஆற்றல் மாற்றிகள் ஆகும். பல துறைகளில் இன்றைக்கும் கையாளப்பட்டு வரும் பொறிகளில் இக்கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. சிறப்புச் சூழ் நிலைக்கு ஏற்ப, பல வகையான ஆற்றல் மாற்றிகள் நடைமுறையில் உள்ளன.

நீரடி ஆற்றல் மாற்றிகள் (underwater transducers). நீரடி ஆற்றல் மாற்றிகள் நீருக்கடியில் ஒலி ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றுகின்ற கருவிகளாகும். இவை செயல்பட எளிய ஒலி அலைகளைப் பயன்படுத்த முடியாததாகையால் கேளா ஒலிகள் அல்லது புற ஒலிகள் (ultrasounds) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அழுத்த மின் இயக்கவியல் (piezo electricity) மூலமாகவும், காந்த உராய்வு மாற்றம் (magneto strication) மூலமாகவும் மின்-ஒலி ஆற்றல் மாற்றங்களைப் பெற முடியும்.

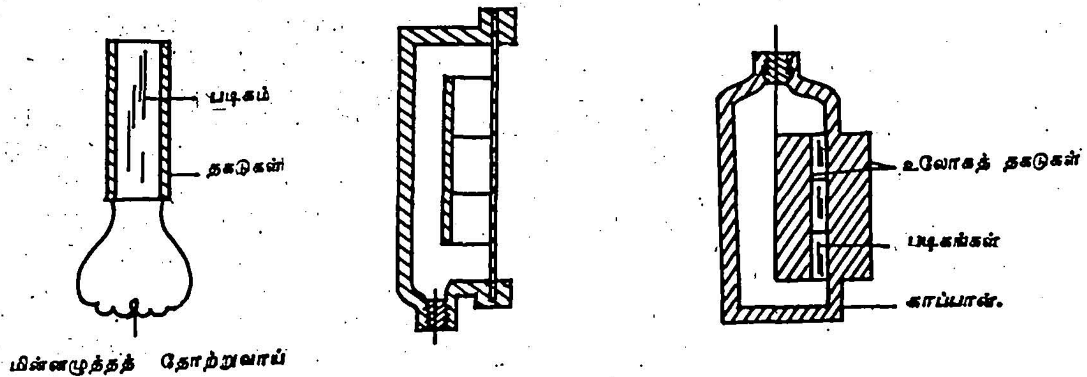
அழுத்த மின் ஆற்றல் மாற்றிகள் (piezo-electric transducers). பேராசிரியர் லாங்குவின் (Langevin) என்பார் அழுத்த மின் இயக்கவியல் மூலம் குவார்ட்ஸ் (quartz) படிகத்தினைப் பயன்படுத்தி மீயொலியினை எழுப்பவும், ஏற்கவும் முடியும் எனக் கண்டுணர்ந்தார் (படம் 1). பின்னர் ரோச்செல்லி உப்புப் (rochelle salt) படிகத்தைக் குறைந்த அதிர்வெண் புற ஒலியினை எழுப்பவும், நீரடி ஆய்வுகளுக்கு உட்படுத்தவும் முடியும் என உணர்ந்தார். பெல் (Bell) ஆய்வுக் கூடத்தில் பேராசிரியர் நிக்கல்சன் (Nicholson) என்பவர் குவார்ட்சை விட ரோச்செல்லி படிகத்தில் அழுத்த மின் இயக்க ஆற்றல் அதிக அளவில் உள்ளது என்று கண்டுணர்ந்தார். எனினும் ரோச்செல்லி உப்புப் படிகம் மிகவும் மென்மையாக உள்ளதால் எளிதில் உடைந்துவிடும் வாய்ப்புள்ளது. மேலும் மற்றவகைத் தாக்குதல்களுக்கும் குவார்ட்சைவிட அதிகம் உட்படுகிறது. அதனால் நீர் மூழ்கி வேலையில் எஃகினால் ஆன பாதுகாப்பான பெட்டகத்தில் வைத்து ரோச்செல்லி உப்பையே பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது குவார்ட்ஸ், ரோச்செல்லி படிகங்களைத் தவிர, பலவகைச் செயற்கைப் படிகங்களைக் கண்டுபிடித்து நீர்மூழ்கி வேலைக்குப் பயன்படுத்தத் தொடங்கினார்கள். பேரியம் டைட்டனேட்டு (barium titanate), லித்தியம்



படம் 1. படிக அமைப்பாய்வில் அச்சுக்கள்

சல்பேட்டு (lithium suldhate), டூர்மலின் (tourmaline) அம்மோனியம் டை ஹைடிரஜன் பாஸ்பேட்டு (ammonium dihydrogen phosphate) போன்ற படிகங்களையும், ஃபெரோ மின்னூட்டமுடைய பீங்கா



படம். 2 லாங்குவினின் மாற்றல் ஆற்றிகள்

னையும் (ceramics) அழுத்தமின்னூட்ட ஆற்றல் மாற்றிகளாகப் பயன்படுத்தத் தொடங்கினார்கள்.

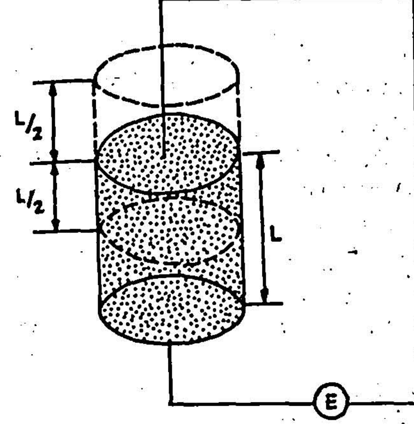
ஆனால் இவற்றில் நீடித்து உழைக்கும் தன்மையுடன், எளிதாகவும், குறைந்த செலவிலும், எளிதான முறையிலும் உற்பத்தி செய்யக் கூடியதாகவும் உள்ளது குவார்ட்ஸ் படிகம் தான். எனவே குவார்ட்ஸ், ஆற்றல் மாற்றிகளில் விரும்பத்தக்கதாக உள்ளது.

இயற்கையில் அமையும் குவார்ட்ஸ் படிகம் ஆறு பக்கம் உடையதாகவும், இரு நுனியிலும் கூம்பு வடிவம் உடையதாகவும இருக்கும்.

1880 இல் க்யூரி (Curie) உடன் பிறப்பாளர்கள், அழுத்தமின்னியல் படிகத்தின் ஓர் இணைப்பரப்புகள் மீது எந்திரவியல் அழுத்தம் ஏற்பட்டால் அந்த இணைக்குச் செங்குத்தாக உள்ள மற்றுமொரு இணைப் பரப்புகள் மீது மின்னூட்டங்கள் தூண்டப் படுகின்றன எனக் கண்டுணர்ந்தார்கள். இவ்வகைப் படிகங்கள் மீது மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. ஒலி அலைகளின் செறிவுக்கேற்ப மாறும் மின்னோட்டம் படிகம் இணைந்துள்ள கம்பிச்சுற்றில் பாய்கிறது. அழுத்தத்தை (pressure) இழுப்பாக (tension) மாற்றும்போது மின்னூட்டத்தின் நேர்தன்மை, எதிர்த் தன்மையாக மாறுகிறது. எனவே நேர் எதிர்த் தன்மையுடைய மின்னூட்டம் படிகத்தின் மீது மாறி மாறி அதிக அதிர்வெண்ணுடன் அதிரத் தொடங்கும். (படம் A 3), இப் படிகத்தின் ஒரு பரப்பை ஊடகத்தின் மீது பொருத்தினால் மீயொலிகள் ஊடகத்தில் ஊடுருவிச் செல்கின்றன. இவ்வாறாக எந்த அதிர்வெண் உள்ள மீயொலிகளையும் உருவாக்கலாம்.

படம் 4இல் இருந்து, படிகத்தினை எவ்வாறு வெட்டியுள்ளோமோ அதற்கு ஏற்பப் பல்வேறு திசைகளில் அதிரவைக்கலாம் என அறிகிறோம். படத்தில் X வெட்டு, Y வெட்டுப் படிகங்களின் அதிர்வுத் திசைகளைப் பார்க்கிறோம்.

காந்த ஊடு மாற்ற ஆற்றல் மாற்றிகள் (magneto strictive transducers). காந்த ஊடு மாற்றத்தை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தவர் ஜூல் (Joule) என்ற அறிவியலார் ஆவார். காந்த வினை உடைய ஒரு கம்பத்தைக் (rod) காந்தப் புலத்தில் வைக்கும்போது அக்கம்பத்தின் பருமானம் நீளவாட்டிலோ, குறுக்கு வெட்டு வட்டப்பரப்பளவிலோ மாற்றம் பெறுவதால் அதன் மொத்தப் பருமனில் மாறுதல் ஏற்படுகின்றது. இவ்வித மாற்றங்கள் நேரடி விளைவு (direct effects) எனப்படும். கம்பத்தின் நீளவாட்டில் மாறுதல் நிகழ்வை ஜூல் விளைவு (Joule effect) என்கிறோம். கம்பத்தின் நீட்சியால் அது வளைந்து அதன் யங்குணகம்(young's modules) மாறினால் அது கல்லமின் (guillemin) விளைவு எனப்படும். கம்பம் முறுக்கிக்



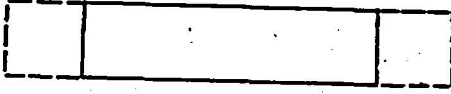
படம் 3. எதிர்-பீசோ இயக்கவியல் ஆற்றல் மாற்றி

(twisting) கொள்ளும் போது அதன் குறுக்குவாட்டில் மாறுதல் ஏற்பட்டு அதனால் அதன் விறைப்புக் கெழு(rigidity modulus) மாறுமானால் அது வீடிமன் விளைவு (wiedemann effect) எனப்படும். கம்பத்தின் பருமனில் (volume) மாறுதல் ஏற்பட்டு அதன் பருமன் மீட்சிக் கெழு bulk modulus) மாறுபடும்போது அது பேரட் (barret effect) விளைவு எனப்படுகிறது

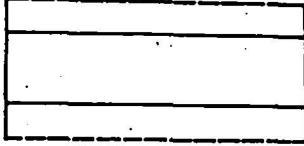
பியர்ஸ் (Pierce) என்பவர் இக்காந்தப் பருமன் மாற்றத்தைப் பயன்படுத்தி உலோகச் சட்டத்தின் அலைவுகளை நிலைப்படுத்திக் கட்டுப்படுத்தலாம் என்று உணர்ந்தார். இவற்றைப் பல ஊடகங்களில் புற ஒலி உண்டாக்கும் கருவியாகப் பயன்படுத்தினார். அழுத்த மின் முறை போலவே இம் முறையாலும் நீரடி நிலைப் பயன்களுக்கு உதவும் கருவிகளிலும் ஆற்றல் மாற்றிகளைச் செயல்படுத்தலாம்.

பொதுவாக, இம்முறையினால் நிக்கல் (nikel), குரோமியம் (chromium), இரும்பு (iron), கோபால்ட் (cobalt) ஆகிய உலோகக் கலவைகளைப் புற ஒலியை உருவாக்கவும், ஏற்கவும் செய்யலாம்.இன்வார் (invar) ஸ்டாய்க் உலோகம் (stoic metal) (36 % நிக்கல் + 64% இரும்பு), மோனல் (monel) (68% நிக்கல் + 28% செம்பு, போன்ற உலோகங்கள் இவ்வகை மாற்றிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சோனார் (SONAR). சோனார் என்பது ஒரு நீரடிக்கருவியாகும்.இது ஒலி அலைகளின் உதவியுடன் நீரினுள் அமைந்த பொருள்களைப் பற்றியும், நீரினுள் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றியும் அறிய உதவுகிறது. இது ரேடாரின் (RADAR) தத்துவத்தைப் பெரிதும் ஒத்தது.ரேடியோ அலைகள் நீரினுள் எளிதில் ஊடுருவ



Y வெட்டு



X வெட்டு

படம் 4. படிகத்தின் இயக்கம்

முடியாததாகையால் ரேடாரை நீரினுள் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனால் ஒலி அலைகளைப் பொறுத்தவரை நீர் ஒரு சிறந்த கடத்தியாக அமைகிறது. சோனார் என்ற சொல் ஒலி முறையில் கலம் ஒட்டுதலும் தொலைவறிதலும் எனப் பொருள்படும் sound navigation and ranging என்ற சொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். சோனார் கருவியானது ஒலியை உருவாக்கவும் (generation), செலுத்தவும் (transmission), பெற்று உணரவும் (receiving) கூடும். கப்பல் ஒன்றிலுள்ள சோனார் கருவியிலிருந்து ஒலியலைகளின் துடிப்பு ஒன்று நீரின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இத்துடிப்பானது அதன் பாதையில் திண்பொருள்களுடன் மோதுமாயின் அதே அதிர்வெண் கொண்ட எதிரொலி ஒன்று உருவாக்கப்பட்டுச் சோனர் கருவியினால் ஏற்கப்படுகிறது. இந்த எதிரொலி வரும் திசை பொருள்கள் இருக்கும் திசையைக் குறிக்கும். துடிப்பு ஒன்று பரப்பப்பட்ட கணம் முதல் அதன் எதிரொலி ஏற்கப்படும் கணம் வரை உள்ள கால அளவை மதிப்பிடுவதன் மூலம் பொருளின் தொலைவு கணக்கிடப்படுகிறது. போர்க்காலங்களில் இம்முறையானது நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களின் போக்கறியப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. காண்க, ஆழ்கடல் கலம் செலுத்தும் முறை.

கடலின் ஆழம் காண்பதிலும் மாலுமிகளுக்குச் சோனார் கருவி உதவுகிறது. கடலின் அடிப்பரப்பை நோக்கிச் செவியுணரா ஒலிக்கற்றை ஒன்றைச் செலுத்தி அதன் எதிர்பலிப்பைப் பெறுவதன் மூலம் கடலின் ஆழத்தைக் கணக்கிட முடிகிறது. மிகவும் நுட்பமான சோனார் அமைப்புகளைக் கொண்டு மீன் திரளின் அளவையும் அவை நீந்தும் ஆழத்தையும் காண்பதன் மூலம் மீன்களை இனங்கண்டறியவும் முடியும்.

நீருக்கடியில் ஒலி ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றும் மற்றொருவகை மின்கருவி நீரியல் ஒலிவாங்கியாகும் (hydrophone). இயல்பான ஒலிவாங்கி (மைக்ரோஃபோன்) போலவே இவை நிலையானவையாயும் (stability), அலைவிலாத்தன்மை உடையனவாயும், அதி நுண்ணுணர்வு உள்ளனவாயும் (sensitivity) நேரியல்புத் துலங்கலுடனும் (linear response) இருக்கும். இவை நீரின் மிக அதிக ஆழத்திற்கும் வளைந்து கொடுக்காத தன்மையுடையனவாகவும், வெப்பத்தினால் தாக்கப்படாதனவாயும், மிக அதிக அளவு திறனை (power) உடையனவாகவும் அதிகப் பரப்பளவு கொண்டனவாகவும் இருக்கும்.

நீரடிநிலை ஒலியியல் (underwater acoustics). இவ்வாறான வெவ்வேறு ஆற்றல் மாற்றிகள் நீருக்கடியில் செயல்படும்போது அலை எதிர்கொள்ளும் விளைவுகளை நீரடிநிலை ஒலியியல் விளக்குகிறது. நீருக்கடியில் ஒலிஅலை செலுத்துகையை ஒலியாக்கிச் செலுத்துகை இழப்பு (transmission loss), ஒலி ஏற்பு (reception), ஒலி உட்கவர்தல் (absorption), ஒலி வழித்திரும்புதிறன் (divergence), ஒலி எதிர்பலிப்பு (reflection), ஒலி விலகல் (refraction), ஒலி எதிர் முழக்கம் (reverbaration) முதலியவை தாக்குகின்றன.

ஒலி விலகல் என்பது ஒலி அலைகளின் பாதை மாற்றத்தைக் குறிக்கின்றது. நீரின் வெப்பம், அழுத்தம் இவற்றின் வேறுபாட்டினால் ஒலி அலைகளின் திசைவேகம் மாறுபட்டு ஒலிவிலகல் ஏற்படுகிறது. கடலின் வெப்பம் அதன் ஆழத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடுவதால் ஒலியலையின் ஒலிவிலகல் கீழ்நோக்கி ஏற்படுகிறது. இத்தகைய கீழ்நோக்கிய ஒலிவிலகலினால், ஒலி கடலின் மேல் மட்டத்தை எட்டாது. கடலின்கீழ்ப்பாகத்தை ஒலியின் நிழல் மண்டலம் (shadow zone) என்கிறோம். ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெப்பம் மாறிலியாகி (constant) அழுத்தம் மாறுபடத்தொடங்கிவிடும். இந்த மாதிரியான அழுத்தத்தின் வேறுபாட்டின் விளைவு ஒலி அலையினை மேல் நோக்கிய வட்டப் பாதையில் விலக்கும். ஒலியலை இவ்வாறாக மேலும் கீழும் பாதை மாறும்போது ஆழ்நிலை ஒலிக்கால்வாய்கள் (sound channels) தாமாகவே உண்டாகின்றன. இக்கால்வாய்கள் மூலம், ஒலி, கடலுக்கு அடியில் மிகத் தொலைவிற்குச் செல்ல முடிகிறது.

நீரினுள் செலுத்துகைக்கு உட்பட்ட ஒலி அலை, வழியில் எந்த ஒரு பொருளையும் எதிர்ப்படாமல் நீரியல் ஒலிவாங்கிக்கு வந்தடைவதை ஒலியின் எதிர் முழக்கம் என்கிறோம். இது ஒரு விரும்பத்தகாத வழக்கமாகும். பொருளை எதிர்ப்பட்டு, அதனைத் தாக்கித் திரும்பிவரும் மற்றுமோர் எதிரொலியுடன் இந்த எதிர் முழக்கம் குறுக்கிட்டு அப்பொருளின் இருப்பிடத்தையும், தன்மையையும் சரியாக அறியவொண்ணாமல் செய்து விடுகிறது.

கடலின் பருமனில் ஏற்படும் ஒலிச் சிதறலினால் பரு எதிர்முழக்கமும், ஒலிச்சிதறல் கடல் மட்டத்தில் மோதி மீள்வதால் கடல் மட்ட எதிர் முழக்கமும், ஒலிச்சிதறல் கடலின் அடிப்பாகத்தில் மோதி மீள்வதால் கடல்அடி எதிர்முழக்கமும் ஏற்படுகின்றன.

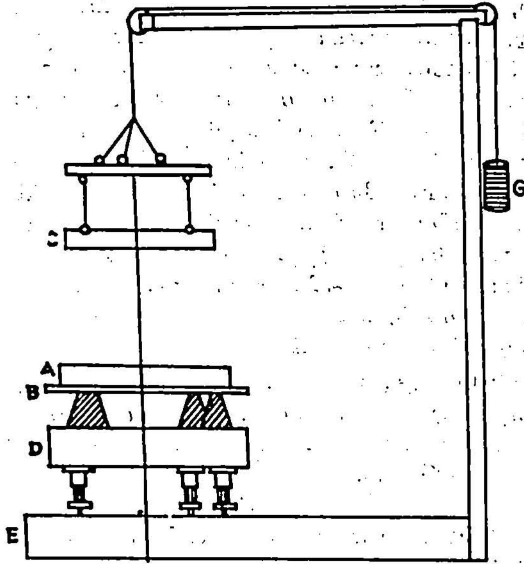
பின்னணி இரைச்சல் (ambient noise). காற்று, மழை போன்ற இயற்கை விசைகளாலும் மற்றும் உள்ள காரணங்களாலும் கடலின் அமைதி கெடுகிறது. மேலும் கடலடித் தாவரங்களின் ஒலி, முதலியனவற்றாலும் கடலின் அமைதி கெடுகிறது. இவ்வாறான பின்னணி அல்லது சூழ்நிலை ஓசை, நீர் மூழ்கிப் பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் சைகை (signal) ஒலி அலைகளை இடர்ப்படுத்தும்.

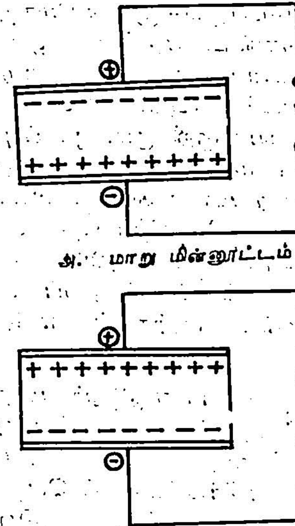
நீர்மத்தில் காற்றுக் குமிழிகள் உண்டாதல் (cavitation), கடலின் அடியில் அழுத்தம், ஆவி அழுத்தத்தினை (vapour pressure) விடக் குறையும் போது, நீராவி நிறைந்த குமிழிகள் உண்டாகின்றன. இவை அழுத்தம் மிகுதியாயுள்ள இடத்தை நோக்கித் தள்ளப்படும்போது அழிவுறுகின்றன. இந்த அழிவு அதிர்வுடன் கூடிய ஒலியினை எழுப்புகிறது. இது ஒலி செலுத்துகைக்கு இழப்பு உண்டாக்கும்.

எலெக்ட்ரெட்(electret). இன்றைக்கு எலெக்ட்ரெட் என்ற அமைப்பையும் ஆற்றல் மாற்றிகளில் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒரு மின்காப்புப் பொருளின் (di-electric) மீது மின்புலத்தைச் செலுத்தும்போது அதனுள் முனைவாக்கம் (polarisation) நிகழ்கிறது. பிறகு வெளிப்புலத்தை நீக்கினாலும் கூட இப் பொருள் அதனைச்சுற்றி நிலை மின் புலம் (electrio static field) நிலவுகிறது. இதனால் இதற்கு எலெக்ட்ரெட் என்ற பெயர் வந்தது. காந்தம் அதனைச் சுற்றிக் காந்தப் புலத்தினைப் பரப்புவது போல் எலெக்ட்ரெட்டும் மின்புலத்தைப் பரப்புவதால் எலெக்ட்ரெட் என்ற இப்பெயர் வந்துள்ளது.

எபினஸ் (F. Epinus) என்ற உருகிய அறிவியலறிஞர் முதன் முதலில் எலெக்ட்ரெட்டைக் கண்டு பிடித்தார். இதன் பிறகு பல வகையான ஆய்வுகளுக்குப் பிறகு எலெக்ட்ரெட்டைப் பயன்படுத்திப் பல கருவிகள் (ஆற்றல்மாற்றிகள்) செய்யப்பட்டன.

படம் 5 இல் ஜப்பான் நாட்டு அறிவியலாரான மொட்டாட்டரோ இகுசி (mototaro eguchi) நிறுவிய எலெக்ட்ரெட்டை உருவாக்கும் கருவி காட்டப்பட்டுள்ளது. நுழைவாய் (inlet) (B) உள்ள, A என்ற வட்டமான உலோகக் கொண்மி, F என்ற காப்பியின் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனைக் கிடைமட்டத்தில் வைக்க E என்ற திருகுகள் பயன்படுகின்றன. உருகிய மின்காப்புப் பொருள்களான மெழுகு, ரெசின் (resin) ஆகிய கலவையால் உலோகக் கொண்மி நிரப்பப்பட்டுள்ளது. G என்ற சமன் எடை (counter weight) சேர்க்கப்பட்டுள்ள நூலில் C என்ற மின்முனை (electrode) தொங்குகிறது. இந்த அமைப்பை மெதுவாக இறக்கி மின்முனை C, மின் காப்புப் பொருளின் மேல்மட்டத்தைத் தொடும் போது A, C ஆகிய இரு மின்வாய்களுக்கு நடுவே நேர் மின்அழுத்தம் செலுத்தப்படுகிறது. இந்த மின்அழுத்தம், உருகிய மின் காப்புப் பொருள்





படம் 5. இகுசியின் கருவி

மின்புலத்தில் இருந்து கொண்டே குளிர்ந்து கெட்டியாகும் வரை செலுத்தப்படுகிறது. இப்பொழுது மின்காப்புப் பொருள் எலெக்ட்ரெட்டின் பண்புகளைப் பெற்றுவிடுகிறது.

குறிப்பாக இந்த எலெக்ட்ரெட்டைத் துண்டு செய்தல், அதன் எதிர்ப் பக்கங்கள் இரண்டும் நேர், எதிர் மின்னூட்டத்தைப் (charge) பெற்று ஆண்டுக் கணக்கிலும் அழியாமல் இருக்கிறது. இது இரும்பியல் (ஃபெரோ) காந்தத்தினால் துண்டுசெய்யப்பட்ட காந்தத்திற்கு ஒப்பாகிறது.

எலெக்ட்ரெட்டின் வெளிப்புற அடுக்கை வெட்டித் தள்ளும்போது அதன் மின்னூட்டம் மாறுபடுவதில்லை. எலெக்ட்ரெட்டை அதன் நடுநிலைத் தளம் வழியே குறுக்காக வெட்டி இரண்டாக்கும்போது இரு எலெக்ட்ரெட்டுகள் கிடைக்கின்றன. எலெக்ட்ரெட்டை ஈரமாக்கினாலோ, X - கதிர்களைக் கொண்டு தாக்கினாலோ, அதிலுள்ள பெரும்பாலான மின்னூட்டம் அழிந்துவிடுகிறது. ஆனால் அதனைத் திரும்பப் பாயவைத்தாலோ, X - கதிர்களைப் பாய்ச்சுவதை நிறுத்தும்போதோ அதன் மின்னூட்டம் திரும்பவும் வந்து விடுகிறது. எலெக்ட்ரெட்டை முழுதுமாக உருக்கும்போது அதன் மொத்த மின்னூட்டத்தையும் இழந்து விடுகிறது.

சூடுபடுத்தப்பட்ட மின் காப்புப் பொருளை மின்புலத்தின் நடுவே வைத்துக் குளிர்ச்சி அடையச் செய்யும்போது எலெக்ட்ரெட்டாக உருவாகிறது. இதற்கு வெப்ப எலெக்ட்ரெட் (thermo electret.) என்று பெயர். கப்கென் (Gubken A.) ஸ்கேனரி (G. Skanari) என்ற அறிவியலார் இவ்வகை வெப்ப எலெக்ட்ரெட்களைக் கரிமச் சேர்க்கை (organic) பொருள்களான பாலிமெத்தில் மெத்தாக்கிரிலேட்டு (poly methyl methacrylate), பாலி டெட்ரா ஃப்ளோரோ எத்திலீன் (poly tetra fluoro ethylene) பாலி எத்திலீன் டெரித்தாலேட்டு (poly ethylene terephthalate), எபனைட்டு (ebonite), செரசின் (ceresin), நாப்தலீன் (naphthalene) தேன் மெழுகு (bee was) முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தியும் கரிமமில்லாப் பொருள்களான பலஉலோகங்களின் டைட்டனேட்டுகள் (titanates of various metals), பேரியம் (barium) மக்னீசியம்(magnesium), துத்தநாகம்(zinc), கால்சியம் (calcium) முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தியும் உருவாக்கலாம் என்று கண்டுணர்ந்தனர்.

இவ்வகை எலெக்ட்ரெட்டின் பண்பு முனைவாக்கலை ஏற்படுத்தும் மின்புலத்தின் செறிவுக்கு ஏற்ப அமைகிறது என்கிறார்கள். மின்புலம் 1MV/m ஆக இருக்கும் வரை எலெக்ட்ரெட்டின் மின்னூட்டம் முனைவாக்கலை ஏற்படுத்தும் மின் அழுத்தத்திற்கு நேர் எதிர்மறையாகிறது. இதற்கு மாற்று மின்னூட்டம் (hetrocharge) என்று பெயர். மின்புலம் 1MV/m விட அதிகமானால் எலெக்ட்ரெட்டின் புறப்பரப்பு எந்த மின் முனையுடன் ஒட்டப்பட்டுள்ளதோ அதன் மின்னூட்டத்தைப் பெறுகிறது. இதற்கு ஒருபடித்தான (படம் 4) மின்னூட்டம் என்பது பெயர். எலெக்ட்ரெட்டின் பக்கங்களில் மின்னூட்ட அடர்த்தி 1. 3 X 10^{-5}/cm^2 வரையிலும், இதன் அருகே அது செலுத்தும் மின் புலத்தின் ஆற்றல் 1.4 MV/m வரையிலும் அமையும். எலெக்ட்ரெட்டை உருவாக்கும்போது அழுத்தத்தைக் கூடுதலாக்கினால் அதன் மின்னூட்ட அடர்த்தியும் 5X10^{-5} cm/c^2 வரை கூடுகிறது.

பல்கேரியாவைச் (bulgaria) சேர்ந்த ஜி. நாட்ஜாகாவ் (G. Nadjakov) என்ற அறிஞர் 1937 இல் ஒளி எலெக்ட்ரெட்டைக் கண்டுபிடித்தார். இதை உருவாக்க, மின் காப்புப் பொருளை அதிமிகு மின் புலத்தில் வைத்து, ஒளிர்வித்துப் பின்பு மின்புலத்தை அகற்ற வேண்டும். இவ்வகை எலெக்ட்ரெட்டை உருவாக்க,கந்தகம், ஆந்த்ரசீன் (sulphur, anthracene) போன்ற மின் காப்புப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. எலெக்ட்ரெட்டுகள் இயல்பாக மாற்று மின்னூட்டமுடையவை. இவற்றை இருட்டினில் வைத்திருக்கும் வரை மின்னூட்டம் இழக்காமல் இருக்கும். இவற்றின் மேல் ஒளி பாய்ச்சப்படும்போது இவை மின்னூட்டத்தை இழக்கின்றன.

மின் எலெக்ட்ரெட் (electro electret) என்பன மின் காப்புப் பொருளைச் சூடாக்காமல் மின்புலத்தில வைக்கும்போது உருவாகிறது. கதிரியக்க எலெக்ட்ரெட் (radio electret) கதிரியக்கத்தினாலும் இயக்க எலெக்ட்ரெட் (mechano electret) உராய்வு, உருவமாற்றம் போன்ற எந்திரஇயக்கத்தாலும் மின் புலத்தில் உள்ளபோது உருவாகின்றன.

மின்புலத்தில் மின்காப்புப் பொருள் காமாக் கதிரியக்கம் (gamma radiation) போன்ற அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படும்போது போலி எலெக்ட்ரெட்டாக (pseudo electret) உருவாகிறது. இந்திய அறிவியலார் சி. பட்நாகர் (C. Bhatnagar) என்பவர் ஒரு மின் காப்புப் பொருளின் மேல் மிகச் செறிந்த காந்தப் புலத்தைப் பாய்ச்சி, அப்பொருளைக் காந்தப் புலத்தில் குளிர்விக்கும்போது அது காந்த எலெக்ட்ரெட் ஆக மாறுகிறது (magneto electret) என்று கண்டுணர்ந்தார்.

ஒளிவட்ட மின்னிறக்க முறையால் ஃபுளோரோ கார்பனை (fluro carbon) ஒரு நிலையான எலெக்ட்ரெட்டாக மாற்றலாம் என ஜி.எம்.ரீடிக் G.M. Reedyk) கண்டு பிடித்துள்ளார். இந்திய அறிவியலாரான பிண்டல், செக்சேனா (Bindal, Saksena)முதலானோர் மைலார் பாலி எத்திலீன் டெரிபாலேடையும் (mylar poly ethylene terephalate) ஒளிவட்ட மின்னிறக்க முறையால் (corona discharge method) எலெக்ட்ரெட்டாக மாற்றி வெற்றி கண்டுள்ளார்கள். 30 மி.மீ. விட்டமும், 12x10^{-6} செ.மீ. தடிமனும் உள்ள பாலி

யெஸ்டர் (polyester) படலத்தை எடுத்து, அதன் ஒரு பக்கத்தை உலோகத்தினால் தட்டி, ஓர் உலோகத் தகட்டின் மீது வைத்து 120° சென்ட்டிகிரேடு வரை சூடுபடுத்தி, ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் நிகழக்கூடிய ஒரு சிறிய அறைக்குள் வைத்தால் சில மணித்துளிகளில் இது எலெக்ட்ரெட்டாக மாறுவதைக் கண்டுள்ளார்கள்.

இவ்வாறாக எலெக்ட்ரெட் என்பது அயனியாக்கச் சுற்றுப் புறத்தாலும் அழிவுறாத மின் புலத்தை வெளிப்படுத்தும் ஒரு மின் காப்புப் பொருள் என அறிகிறோம். எனவே, வெளியே தனியான நேர் மின்அழுத்தம் (d.c. bias) பயன்படுத்தாமல், தொடர்ச்சியான மின்புல ஆக்கத்துக்கு எலெக்ட்ரெட்டைப் பயன்படுத்தலாம் என அறிகிறோம்.

இவ்வித எலெக்ட்ரெட்டுகள் பலவிதமான கருவிகளில் ஆற்றல் மாற்றிகளாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன ஒலி வாங்கி (micro phone), அதிர்வுமின் மாற்றி (vibro transmitter), எலெக்ட்ரோ மீட்டர், நிலை மின்னாக்கிகள் (electrostatics generators), எலெக்ட்ரான் கதிர்க் குழாய் (electron ray tubes) முதலிய கருவிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. விண்வெளிப் பயன் பாட்டிற்குப் பயன்படும் உயர் மின் அழுத்த ஆக்கிகளிலும் (high voltage generators) மின் வரைவி (electrography), கதிரியக்க அளவிகளிலும் (radiation dosimetry) ஒலி ஆக்கிகள், ஏற்பிகளிலும் இவை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

மின் வரைவியல் நீர்மக்கரைசல் இல்லாமலேயே விரைவாக ஒளிப்பட அச்சு எடுக்க, ஒளி எலெக்ட்ரெட் பயன்படுகிறது.

இவ்வாறாக எளிதில் உருவாக்கப்படக் கூடிய ஆற்றல் மாற்றிகளின் பயன்கள் எண்ணிலடங்கா.

கே. பிரேமா

நூலோதி

1. Seto, W., Acoustics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Publishing Compay, New York 1970.
2. International Conference on Ultrasonics, National Physical Laboratory, New Delhi, 1980.
3. Reedyk., G.M, Transactions of IEEE, Audio Electro, Acoustics 1971.

ஆற்றல் மூலங்கள்

இன்றைய மனிதனின் வாழ்க்கை, ஆற்றல் என்ற அச்சைப் பற்றியே சுழன்று கொண்டிருக்கிறது. உணவைச் சமைக்க வெப்ப ஆற்றலும், வசதிகளைப் பெருக்க மின் ஆற்றலும், போக்குவரத்திற்காகப் பெட்ரோல்; டீசல், நிலக்கரி ஆகியவற்றிலிருந்து இயக்க ஆற்றலும் பயன்பட்டு வருகின்றன. ஆற்றல் பல்வேறு வடிவங்களில் மனிதனின் வாழ்வை வளப் படுத்துகின்றது. ஒரு நாட்டின் பொருளியல் வளர்ச்சி அந்த நாட்டில் செலவழிக்கப்படும் ஆற்றல் அளவையே பொறுத்தது என்பது வல்லுநர்களின் கணிப்பு. நமக்கு வேண்டிய ஆற்றல்களை இயற்கை பல வழிகளில் நமக்கு வழங்கி வருகிறது. இந்த வழிகளையே நாம் இயற்கை மூலங்கள் (natural sources) என்கிறோம். இவற்றில் சில இயற்கையால் பல நூறாயிரம் ஆண்டுக் காலத்துக்கு முன்பு தயாரிக்கப்பட்டவை. நிலக்கரி, பெட்ரோலியப் பொருள்கள், இயற்கை வளிமம், சூரிய ஆற்றல், மின் சார ஆற்றல், காற்று ஆற்றல், அலை ஆற்றல் போன்றவை நாம் தற்காலத்தில் பயன்படுத்தி வரும் ஆற்றல் வடிவங்களில் முதன்மையானவையாகும்.

பொதுவாக ஆற்றல் மூலங்களைப் புதுப்பிக்கப் படாத ஆற்றல்கள் (non renewable), புதுப்பிக்கப் படும் ஆற்றல்கள் (renewable) என்று இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். நிலக்கரி, பெட்ரோலியப் பொருள்கள், அணு, விறகு முதலியன பயன்படுத்தப்பட்டால் அவை அழிந்துவிடும். அவற்றைத் திரும்பப்பெற முடியாது. அதனால் அவை புதுப்பிக்கப்படாத ஆற்றல்கள் என வழங்கப்படுகின்றன. சூரிய ஆற்றல், காற்றாற்றல், அலை ஆற்றல் முதலியன பயன்படுத்தும் காலந்தோறும் தொடர்ந்து வந்து கொண்டிருக்கும். ஆகவே அவை புதுப்பிக்கப்படும் ஆற்றல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அணு ஆற்றலைத் தவிர மற்ற எல்லா ஆற்றல்களும் சூரிய ஆற்றலின் பல்வேறு வடிவங்களே. புதுப்பிக்கப்படாத ஆற்றல் மூலங்களான நிலக்கரி, பெட்ரோலியப் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த இருப்பு உலகில் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இந்த ஆற்றல் மூலங்களில் சில சிறப்பான பண்புகள் அடங்கியுள்ளன.

பெட்ரோலியம். பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய், டீசல் எண்ணெய், எரி எண்ணெய், தார் ஆகியவற்றைப் பொதுவாகப் பெட்ரோலியப் பொருள்கள் என அழைக்கிறோம், நிலத்திற்கடியில் பல ஆயிரம் மீட்டர்கள் ஆழத்தில் தேங்கிக் கிடக்கும் பண்படா எண்ணெயிலிருந்து (crude oil) வடித்துப் பகுத்தல் என்ற முறையில் பெட்ரோலியப் பொருள்கள் பெறப்படுகின்றன.

இந்த எண்ணெய் உண்டாவதற்கே பல இலக்கம் ஆண்டுகள் ஆகின்றன. பிளாங்க்டன் (plankton) என்ற ஒரு வகைக் கடற்பாசிகளின் படிவுகள் நிலத்திற்குள் புதைந்து, பல ஆண்டுகளாக வெப்பத்தாலும், அழுத்தத்தாலும் செறிவாக்கப்பட்டு எண்ணெயாக மாறுகின்றன. பின் இது கடினப்பாறை உள்ள பள்ளங்களில் தேங்கி நிற்கின்றது. பொதுவாக

இந்த எண்ணெய் உள்ள இடங்களில் இயற்கை வளிமமும் தேங்கி நிற்கும். பெட்ரோலியம் இருக்கு மிடத்தைக் கண்டுபிடித்து அதனை எடுப்பது எளி தான வேலையன்று. ஓரிடத்தில் எண்ணெய் இருப் பதைக் கண்டுபிடிக்கப் பல இடங்களில் தோண்ட வேண்டியிருக்கும். இன்று தரையடியில் எண்ணெய் இருக்குமிடத்தைக் காணப் பல அளவாய்வுகள் (survey) செய்கிறார்கள். முதலில் வான ஊர்திகளில் புவியீர்ப்புமானி (gravity meter), காந்தமானி (magneto meter) முதலியவற்றை எடுத்துக் கொண்டு தரைக்கு மேலாகப் பறப்பார்கள், பண்படா எண் ணெய் ஏராளமாக உள்ள இடங்களில் புவியீர்ப்பு விசையும், காந்தவிசையும் இயல்பான அளவிலிருந்து மாறுபடும். பின் அந்த இடங்களில் தரையில் வெடி களை வெடித்து அதில் நில அலைகள் பரவும் தன்மை களைப் பார்ப்பார்கள். இது மேலும் துல்லியமாக எண்ணெய் வளம் உள்ள இடங்களைக் காட்டும். பின் அந்த இடங்களில் துளையிடும் கருவிகளைக் கொண்டு பல ஆயிரம் மீட்டர் ஆழத்திற்குத் துளைகள் இடுவார்கள். அத்துளைகளில் குழாய்களை இறக்குவார்கள். பெட்ரோலிய எண்ணெய் இருக்கும் இடத்தைக் குழாய் அடைந்தவுடன் உட்புறத்தில் மிகுதியான அழுத்தத்தால் எண்ணெய் வெளியே பீறிட்டுக் கொண்டு வரும். துளையிடும் எல்லா இடங்களிலும் எண்ணெய் வருவதில்லை. புதிய கணிபெறிகள் துணை கொண்டு எண்ணெய் வளத்தைத் தேடுகையில் தோல்விக்கான வாய்ப்புக் குறையும். இத்தகைய தற்காலத் தேடு கருவிகளால் கடலுக்கடியிலும் பேரளவில் எண்ணெய் வளங்கள் உள்ளதைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். நம் நாட் டில் பம்பாய்க்கருகில் கடலடியில் மிகப்பெரிய அளவில் எண்ணெய் வளம் கண்டு பிடிககப்பட்டு எண்ணெய் வெளிக்கொணரப்படுகிறது. இங்கிலாந்து நாட்டுக் கருகிலும் வடகடலில் இது போன்ற வளம் உள்ளது.

பெட்ரோலியத்தில் அடங்கியிருக்கும் வெவ்வேறு பொருள்களைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுப் பதற்குப் பல முறைகளைக் கையாளுகிறார்கள். இதில் வடித்துப் பகுத்தல் என்ற முறை (fractional distillation) சிறப்பானது. நம் நாட்டில் இது போன்ற தூய்மைப்படுத்தும் ஆலைகள் பம்பாய்க்கு அருகி லுள்ள டிராம்பேயிலும், சென்னைக்கு அருகிலுள்ள மணலியிலும், ஆசாம் மாநிலத்தில் கௌஹாத்தி, திக்பாய் என்ற இடங்களிலும், பீகார் மாநிலத்தில் பருனியிலும், அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

நம் நாட்டிற்கு ஆண்டு ஒன்றுக்கு 310 இலட்சம் டன் பெட்ரோலியப் பொருள்கள் தேவைப் படுகின்றன. இதில் 110 இலட்சம் டன் பொருள்கள் மட்டுமே இந்தியாவிலேயே எடுக்கப்படுகின்றன.

இயற்கை வளிமம். பூமிக்கடியில் நிலக்கரியுடனோ, சில இடங்களில் தனியாகவோ அதிக அழுத்தத்தில் அடைபட்டிருக்கும் இயற்கை வளிமம் ஒரு சிறந்த தூய்மையான எரிபொருள் ஆகும். இது உண்மையில் பல வளிமங்களின் கலவை ஆகும். அவற்றில் சிறப் பானவற்றின் பெயர்களும் கலப்பு விழுக்காடுகளு மாவன; மீதேன்-85%, ஈதேன்-10%, புரோபேன்3-%, ஆகவும் பியூட்டேன், பென்டேன்,எக்சேன்,எப்டேன், ஆக்டேன் முதலியன சிறிய அளவாகவும் உள்ளன.

இன்று பல வீடுகளில் சமையல் அடுப்புகளில் எரிவது இந்த வளிமமே ஆகும். இயற்கை வளிமத்தை அதிக அழுத்தத்தில் இரும்பு உருளைகளில் அடைத்து, வீடுகளுக்கு வழங்குகிறார்கள். அதிக அழுத்தத்தில் இந்த வளிமம் நீர்மமாக இருப்பதால், இந்த எரி வளிமத்தை நீர்மமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வளிமம் என அழைக்கிறார்கள் (liquefied petroleum as-LPG), இது எரியும்போது எந்த வகைப்புகையும் உண்டா காது. இதற்கு இயற்கையில் மணம் கிடையாது, ஆனால் இரும்பு உருளைகளில் வீட்டிற்கு வரும் இயற்கை வளியுடன் ஒரு மணத்தைப் பாதுகாப்பு எச்சரிக்கை காரணமாகச் சேர்க்கிறார்கள்.

இயற்கை வளிமத்திலிருந்து சுமார் 2000 இற்கும் மேற்பட்ட பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் சிறப்பான சில செயற்கை ரப்பர், செயற் கைப் பெட்ரோல், ரேயான் துணி, வேதியியல் உரங் கள் என்பனவாகும். விறகுக்குப் பதிலாக இது சமை யலுக்குப் பயன்படுவதால் பெரிய அளவில் மரக காடுகள் அழிவது தவிர்க்கப் படுகின்றன.

இயற்கை வளிமம் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் மிகப் பேரளவில் கிடைக்கிறது. கனடா, மத்திய கிழக்கு நாடுகள், இந்தியா, ஜப்பான், ருமேனியா, சீனா, சோவியத் நாடு முதலிய நாடுகளிலும் இது கிடைக்கின்றது.

நிலக்கரி. பூமியிலிருந்து தோண்டி எடுக்கப்பட்டு அப்படியே பயன்படுத்தப்படும் இயற்கை எரிபொருள் களில் சிறந்தது நிலக்கரி ஆகும். கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன் நில நடுக்கத்தால் புதையுண்ட பெரிய மரக் காடுகள் வெப்பத்தாலும் அழுத்தத் தாலும் செறிவெய்தி நிலக்கரியாக மாறுகின்றன, அவை இதுவரை அடைந்த நிலைகளைப் பொறுத்து நிலக்கரி பல வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இவை முற்றா நிலக்கரி (peat), பழுப்பு நிலக்கரி (lignite), புதை நிலக்கரி (bituminous coal), அனல் நிலக்கரி (anthracite), கேனல் நிலக்கரி (canel coal) என்பன. அரைகுறையாகக் கரியாக்கப்பட்ட தாவரப் பொருள் முற்றா நிலக்கரியாகும். இது பஞ்சுபோல் மெதுவாக ஈரப்பசையுடன் இருக்கும். மேல்நாடுகளில் இது சமையலுக்காக வீட்டில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சிறிது முற்றிய நிலக்கரியே பழுப்பு நிலக்கரியாகும். இது பார்ப்பதற்குப் பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். புதை நிலக்கரி விளைந்த கரியாகும். ஆனால் இதிலும்

தாவரச் சத்து சிறிது இருப்பதால் எரியும்போது புகை உண்டாகும். நன்றாக விளைந்த கரியே அனல் நிலக்கரி ஆகும். இது ஈரமில்லாமல் இருப்பதால் ஊதா நிறத்துடன் எரிந்து அதிக வெப்பத்தைக் கொடுக்கும். மிகச் சிறப்பாக விளைந்த கரியே கேனல் கரியாகும். இதைக் காய்ச்சினால் பல பெட்ரோலியப் பொருள்கள் கிடைக்கும். இதன் வெப்ப ஆற்றலும் அதிகம்.

சோவியத்து நாடு, அமெரிக்கா, பிரிட்டன், பிரான்ஸ் முதலிய நாடுகளில் அதிக அளவில் நிலக் கரி கிடைக்கிறது. இந்தியாவில் பீகார், ஆசாம், மேற்கு வங்காளம் முதலிய இடங்களில் உயர்ந்த வகை நிலக் கரி கிடைக்கிறது. காஷ்மீரத்திலும் தமிழ்நாட்டில் நெய்வேலியிலும் பழுப்பு நிலக்கரி கிடைக்கிறது.

எண்ணெய்ப் பாறைகள் (oil shale). சில படலப் பாறைகளைச் சூடுபடுத்தினால் அதிலிருந்து பெட் ரோலியப் பொருள்கள் பிரிந்து வருகின்றன. இந்தப் பாறைகளில் கிரோஜன் (kirogen) என்ற பொருள் கலந்துள்ளதே இதற்குக் காரணம். இதுபோன்ற பாறைகள் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் சில மாநிலங் களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து எண் ணெய் வளங்களைப் பிரிப்பது கடினமாதலால் வணிக அடிப்படையில் முயற்சிகள் நடைபெறவில்லை. மற் றைய எல்லா வளங்களும் வற்றிவிட்ட நிலையில் பாறைகளில் இருந்து பெட்ரோலியம் பெற முயற்சி கள் நடக்கலாம்.

தார் மணல் (tar sand). பிரிக்கப்படாமல் மண லோடு கலந்த பண்படா எண்ணெய்கள் கனடா நாட்டில் உள்ள அத்தபாஸ்க்கா (Athabasca) என்ற இடத்தில் கிடைக்கின்றன. இந்த மணல்கள் கருப்பாக இருப்பதால் தார் மணல் என்று அழைக்கப்படுகின் றன. சிக்கனமான முறையில் இதிலிருந்து பெட்ரோ லியத்தைப் பிரிக்க முடியாததால் வணிக அடிப்படை யில் இந்த வகை மூலம் பயனில்லாமல் உள்ளது.

அணு ஆற்றல். அணுவின் கருவிலிருந்து மிகுதியான ஆற்றலைப் பெறமுடியும். இது இரண்டு வழிகளில் நமக்குக் கிடைக்கின்றது. அணுக்கருக்கள் பிரிவதால் ஆற்றல் வெளிப்படும். இதற்கு அணுப்பிளவு என்று பெயர் (atomic fission). அணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பெரிய அணு உண்டாக்கப்பட்டாலும் ஆற்றல் வெளிப்படும். இதற்கு அணுப் பிணைப்பு (atomic fusion) என்று பெயர்.

யுரேனியம் என்ற தனிமம் இரண்டு ஓரிடத்தனி மங்களாக இயற்கையில் காணப்படுகிறது. இதில் U^{238} என்பது அதிகமாகவும், U^{235} என்பது 0.7% அளவும் உள்ளது. இவை கதிரியக்கத் தன்மை கொண் டவை. இதில் U^{235} என்ற ஓரிடத்தனிமம் கதிரியக் கத்தினால் அழியும்போது நியூட்ரான்களை வெளி விட்டு அவை ஓர் அணுப்பிளவுத் தொடர் வினை யைத் தோற்றுவிக்கும் இதனால் தொடர்ந்து ஆற்றல் வெளிப்படும். நியூட்ரான்களின் எண் அள வைக் கட்டுப்படுத்துவதின் மூலம், வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவையும் கட்டுப்படுத்தலாம். இவ்வா றான தொடரியக்கம் U^{238} என்ற ஓரிடத்தனிமத்தில் நிகழ்வதில்லை. அதனால் யுரேனியத்திலிருந்து மிகச் சிறு அளவான U^{235} என்ற ஓரிடத்தனிமத்தைப் பிரித்து, அதைக் கொண்டு வெப்ப உலை அடுக்கு (thermopile) என்ற அமைப்பை உண்டாக்கு வார்கள். தொடர்ந்து வெப்ப ஆற்றல் சீராக ஒரு கட்டுப்பாட்டுடன் வெளிவந்து கொண்டிருக்கும். இந்த வெப்பத்தால் நீரை ஆவியாக்கி மின்சாரம் உண்டாக்கும் அமைப்புகளை இயக்கி மின்சாரம் பெறலாம். இதுவே அணு மின்நிலையம் செயல் படும் முறையின் தத்துவம் ஆகும். இதைப் போன்ற அணு மின்நிலையம் இப்போது தமிழ் நாட்டில் கல்பாக்கத்தில் இயங்கி வருகின்றது.

லேசர் என்ற ஒளியைக் கொண்டு அதிக வெப்ப நிலையை உண்டாக்கி அதில் ட்யூட்டீரியம் என்ற கன ஹைட்ரஜனை உருக்கினால் ஆற்றல் வெளிப் படுகிறது. இந்த ஆய்வும் இன்னும் தொடக்க நிலை யில் உள்ளது. கி.பி. 2000 இல் இந்த ஆய்வுகள் வெற்றியுடன் முடிந்தால் அணுச்சேர்க்கை வகையில் மின்சாரம் கிடைக்கலாம், இது அணுப்பிளவு முறையை விடக் கேடில்லாதது என்பது குறிப்பிடத் தக்கது.

சூரிய ஆற்றல். சூரியனிலிருந்து பூமிக்குக் கிடைக் கும் ஆற்றலே நாம் பயன்படுத்தும் எல்லா வகையான ஆற்றல் வடிவங்களுக்கும் மூல ஆற்றலாகும். நம் நாட்டில் பொதுவாக உள்ள வெயில்நாள்களில் ஒரு சதுர மீட்டருக்கு ஒரு குதிரைத்திறனுக்கும் மேற்பட்ட சூரிய ஆற்றல் கிடைக்கிறது. பூமியில் 51 நிமிடங்கள் விழும் சூரிய ஆற்றல் ஆண்டு முழுதும் உலகிற்கு வேண்டிய நிறைவு செய்யும் அளவுக்கு உள்ளது. சூரிய ஆற்றலின் பெரும்பகுதி ஒளி ஆற்றலாகப் பூமியை அடைகிறது. இதை வெப்ப ஆற்றலாகவும் மின்சார ஆற்றலாகவும் மாற்றக் கருவியமைப்புகள் உள்ளன. சூரிய அடுப்பு, சுடுநீர்க்கலம், நீர்க் காய்ச்சி, உலர்த்தி முதலிய சூரிய வெப்ப ஆற்றலைப் பயன் படுத்துகின்றன. சூரிய குளிர்பதனாக்கிகளும் (solar refrige rator) தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பக்குவப்படுத்தப்பட்ட சிலிக்கான் சில்லுகளில் சூரிய ஒளி பட்டால் மின்சாரம் உண்டாகும். செயற் கைக் கோள்களில், இவ்வகையிலேயே மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. தற்காலத்தில் சூரியத் தண்ணீர் எக்கிகள் இயங்குகின்றன. ஆனால் இவற்றின் விலை அதிகமாக உள்ளது. நடைபெறும் ஆய்வுகளினால் இன்னும் பத்து ஆண்டுகளில் சூரிய மின்சாரம் பொது மனிதனும் பெறும் அளவுக்கு மலிந்துவிடும் என எதிர்பார்க்கிறோம். சூரிய ஆற்றல் தூய்மையான, இலவசமான புதிப்பிக்கப்படும் ஆற்றல் ஆகும். மற்ற இயற்கை வளங்கள் வற்றிப்போனாலும். இது

என்றும் வற்றாது. வருங்கால வழிமுறையினருக்குச் சூரிய ஆற்றல் ஒரு வற்றாத மூலமாய் இருக்கும்.

நில வெப்ப ஆற்றல் (geothermal energy). நிலப்பரப்பில் மேற்பகுதி குளிர்ந்திருந்தாலும் அதன் உட்பகுதி உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் உள்ளது. இந்த வெப்பம் சில இடங்களில் நிலப் பரப்புக்கு அருகில் வந்துவிடும். பலநூறு மீட்டர்கள் ஆழத்திற்குப் பூமியில் துளையிட்டால் நீராவி சில இடங்களில் வெளிவரும். இதுபோன்ற அமைப்பு உலகில் வடக்கு இத்தாலி நாட்டிலும், ஐஸ்லாந்திலும் உள்ளது. இத்தாலி நாட்டில் நிலத்திற்கடியிலிருந்து வரும் நீராவியைக் கொண்டு மின் ஆக்கம் செய்கிறார்கள். மிக்க குளிருள்ள ஐஸ்லாந்தில் நிலத்தடியிலிருந்து வரும் நீராவியும் வெந்நீரும் அலுவலகங்களை வெப்பமாக வைத்திருக்கப் பயன்படுகின்றன. நம் நாட்டில் இவ்வகை வெப்ப ஊற்று இல்லை.

காற்றாற்றல் (wind energy). காற்று வீசுவதால் தோன்றும் இயக்க ஆற்றலைக் கொண்டு நீர் ஏற்றுவதற்கும் மின்சாரம் உண்டாக்குவதற்கும் உரிய கருவிகளை இயக்கமுடியும். இவ்வகை காற்றாலைகள் இரண்டு வகைப்படும். ஒன்றில் அச்சு கிடைநிலையில் உள்ளதால் அதை இடைநிலை அச்சுக் காற்றாலை (horizontal axle wind mill) என்பர். மற்றொன்றில் அச்சு நிலைக்குத்தாக இருப்பதால் அது குத்துநிலை அச்சுக் காற்றாலை எனப்படும் (vertical axle wind mill). இதில் பிந்தியது மிகக் குறைவான காற்று ஓட்டத்திலும் இயங்கவல்லது. நெதர்லாந்து நாட்டில் எண்ணற்ற அளவில் காற்றாலைகள் பல ஆண்டுகளாக நீர் இறைக்கப் பயன்பட்டுவருகின்றன. நம் நாட்டில் தற்பொழுதுதான் நீர் இறைக்கும் காற்றாலைகள் பயன்படத் தொடங்கியுள்ளன.

அலை ஆற்றல். (tidal energy) சில சமயங்களில் கடல் பொங்கிக் கொந்திளிக்கும் நேரங்களில் கடல் மட்டம் பல மீட்டர் அளவிற்கு உயருகின்றது. அந்த நீர் பாதுகாப்பான அணைக்குள் நிரப்பப்படுகிறது. கடல் மட்டம் தாழ்ந்துள்ளபோது தேக்கிய நீரை ஓடவைத்து எந்திரங்களை இயக்கி ஆற்றலைப் பெறலாம். இதுபோன்ற அமைப்பு பிரான்சு நாட்டில் லாரன்சு (larance) கடற்கரையில் உள்ளது. இங்கு அலை ஆற்றல் மின் ஆக்கம் செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது.

சி.இ.சூரியமூர்த்தி

ஆற்றல், வேதியியல்

வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய திறன், ஆற்றல் எனப்படும். ஒரு மண்டலத்தின் (system) மீது வேலை செய்ய இன்னொரு மண்டலத்திற்குத் தேவைப் படும் திறமை திறன் எனப்படுகிறது. ஆற்றல் பல வகைப்படும். அவையாவன.

புதையுண்ட தாவர, விலங்கு எச்ச வேதியியல் ஆற்றல், சூரிய ஒளி ஆற்றல், அணுஉலை (reactor) யில் இருந்து கிடைக்கும் அணுக்கரு ஆற்றல் (nuclear energy), ஒரு வணிக நிறுவனத்திலிருந்து கிடைக்கும் மின் ஆற்றல், நிலை ஆற்றல், இயக்க ஆற்றல் ஆகியவைகளாகும். ஆற்றலைக் குறிக்கும் அலகுகள் எர்க் (ergs) ஜுல் (joules) கிலோ வாட் (k W) என்பனவாகும்.

வேதியியல் ஆற்றல். ஒரு பொருளில் உள்ளார்ந்த ஆற்றல், அப்பொருள் ஒரு வேதிவினைக் குள்ளாகும் போது வெளிவிடப்படுகிறது. அவ்வாறு வினைப் பொருள் வேதிவினையில் ஈடுபட்டு வேறு பொருளாகும்போது ஆற்றல் வெளிவிடப்படுகிறது. நிலக்கரி ஆக்சிஜனுடன் வேதிவினையில் ஈடுபட்டுக் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடை அளிக்கும்போது வேதி ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாகக் கிடைக்கிறது.

பெரும்பாலான வேதிவினைகளிலும் வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது அல்லது உட்கொள்ளப்படுகிறது. ஆற்றல் மாறாக் கோட்பாட்டின்படி, வெப்ப ஆற்றலில் ஏற்படும் ஏற்றம் அல்லது குறைவு மற்று மோர் ஆற்றலில் ஏற்படும் குறைவு அல்லது ஏற்றத்தின் விளைவாகும். வேதியியல் சேர்மங்களில் உள்ள பிணைப்புகள் வேற்றுமை அடையும்போது வேதியியல் ஆற்றலிலும் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. அப்படி ஏற்படும் மாறுதலால் வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது அல்லது உட்கொள்ளப்படுகிறது.

இவ்வுலகத்திற்குத் தேவையான பெரும்பாலான ஆற்றல் கரியை எரிப்பதன் மூலமாகவோ பெட்ரோலிய ஹைட்ரோக்கார்பன்களை எரிப்பதன் மூலமாகவோ கிடைக்கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட எடை அளவு எரிபொருளை எரிக்கும் போது கிடைக்கும் வெப்ப அளவிற்குக் கலோரி மதிப்பு எனப்படும்.

ஒரு வினையின் ஆற்றல் மாற்றம், அந்த வினை மாறா அழுத்தத்தில் நடைபெறுகிறதா அல்லது மாறா பருமன் அளவில் நடைபெறுகிறதா என்பதனைப் பொறுத்து அமையும், ஒரு வினை மாறா அழுத்தத்தில் நடைபெறும்போது வினையில் தோன்றும் விளை பொருள்களின் (products) மொத்த வெப்ப உள்ளடக்கத்திற்கும் (heat content) வினைப் படுபொருள்களின் (heactants) மொத்த வெப்ப உள்ளடக்கத்திற்கும் உள்ள வேற்றுமை அவ்வினையின் வெப்பம் (heat of the reaction) எனப்படும். Hp என்பது விளை பொருள்களிடம் அடங்கிய ஆற்றல் எனவும் Hr என்பது வினைப்படு பொருள்களின் வெப்ப ஆற்றல் எனவும் கொண்டால் இவ்வினையின் மொத்த வெப்ப ஆற்றல் மாற்றம்.

$$\Delta H = Hp - Hr$$

ஒரு வினை மாறாப் பருமன் அளவில் நடைபெறும் போது வினையில் தோன்றும் விளை பொருள்களின் அக ஆற்றலுக்கும் வினைப்படு பொருள்களின் அக

ஆறறலுக்கும் வினைபடு பொருள்களின் அக ஆற்றலுக்கும் உள்ள வேற்றுமையே அவ்வினையின் நிகர ஆற்றல் எனப்படும். Ep என்பது விளை(படு)பொருள்களின் அக ஆற்றல் எனவும், Er என்பது வினைப்படு பொருள்களின் அக ஆற்றல் எனவும் எடுத்துக் கொண்டால் மொத்த அக ஆற்றல் மாற்றம்.

$$\Delta E = Ep - Er.$$

ஓர் வேதிவினையில் Er > Ep என இருப்பின் (Ep—Er) மதிப்பு எதிர்க் குறியீடு உடையதாக இருக்கும். இவ்வினையின் வினைப்படு பொருள்களின் மொத்த அக ஆற்றல் விளை பொருள்களின் அக ஆற்றலைவிட அதிகமாகும். எனவே இவ்வாறு அதிகப்படியாக உள்ள அகஆற்றல் வினை நிகழும்போது வெப்ப ஆற்றலாக வெளிவிடப்படுகிறது. இவ்வகை வினை, வெப்பம் உமிழ்வினை (exo thermic reaction) எனப்படும்.

ஒரு வேதிவினை நிகழும்போது Ep>Er என இருப்பின் (Ep—Er) இன் மதிப்பு நேர்க்குறியீடு உடையதாக இருக்கும். இவ்வினையில் விளை பொருள்களின் மொத்த அக ஆற்றல் வினைப்படு பொருள்களின் மொத்த அக ஆற்றலை விட அதிகமாகும். இவ்விரண்டிற்கு முள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு வினை நடக்கும்போது வெப்ப ஆற்றலாக உட்கொள்ளப் படுகிறது. இவ்வினை வெப்பங்கொள்வினை (encdo thermic reaction) எனப்படும்.

ஒரு சேர்மத்தின் சரியான வேதிஆற்றலைக் கணக்கிடுவது இயலாத செயலாகும். வேதி ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றங்களை மட்டுமே கணக்கிட முடியும். எனவே சில தற்காலிகக் கற்பிதங்களை (arbitary assumption) நாம் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. அப்படி எடுத்துக்கொள்ளும் தொடக்கக் காலக் கற்பிதங்கள் (assumption) என்னவென்றால் அணுக்களின் வேதி ஆற்றல் சுழியாகும். இவ்வாறு எடுத்துக் கொண்ட கற்பிதங்கள் (assumption) மூலம் பல சேர்மங்களின் ஆற்றலைக் கணக்கிட முடிகிறது.

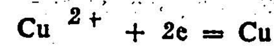
தனித்தனியான அணுக்களின் வேதி ஆற்றலைச் சுழியாகக் கருதினால், செந்தர நிலையில் (standard states) உள்ள ஒரு தனிமத்தின் வேதி ஆற்றலும் சுழியாகும்.

வேதி ஆற்றல் ஒரு வகையான நிலை ஆற்றலாகும் (potential energy). இந்த நிலை ஆற்றல் வேதிச் சேர்மங்களில் பொதிந்துள்ளது. வேதியியல் சேர்மங்கள் உண்டாகும் போது, நிலை ஆற்றலில் குறைவு ஏற்படுகிறது. இதன் காரணம் குவாண்டம் கொள்கையின் (quantum theory) மூலமாக விளக்கப்படுகிறது. உதாரணமாக குளோரின் மூலக்கூறு இரண்டு குளோரின் அணுக்களில் இருந்து உண்டாகிறது. இரண்டு குளோரின் அணுக்களிலும் தலா ஒரு எலக்ட்ரான் வீதம் கொடுத்து சகப்பிணைப்பை உண்டு செய்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு சகப்பிணைப்பு ஏற்படும்போது நிலை ஆற்றலில் குறைவு ஏற்படுகிறது. ஆகவே தான் நிலை ஆற்றலில் குறைவான குளோரின் மூலக்கூறு நிலைப்பாக (stable) உள்ளது.

அணு ஆற்றல். அணு ஆற்றல் வேதியில் ஆற்றலின் மாற்று வடிவமாகும். யுரேனியம் (U^{235}) அணுஒரு நியூட்ரானால் தாக்கும்போது, அணுக்கரு உடைந்து சிறு, சிறு துகள்களாகிறது. துகள்களில் பொருண்மை குறைவு ஏற்படுகிது. அவ்வாறு ஏற்படும் நிறை குறைவு ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது. இந்த முறையில் வெளிப்படும்ஆற்றலை $E=mc^2$ என்ற ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டால் அறிந்து கொள்ளலாம். பொருண்மையில் ஏற்படும் சிறு குறைவு கூட ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது. இவ்வாறு நடக்கும் இந்த முறைக்கு அணுப்பிளவு என்று பெயர். அணுப்பிளவே அணு ஆற்றலுக்கு அடிப்படையாகும்.

மின் ஆற்றல். இவ்வுலகத்தில் நாம் அடைந்துள்ள அறிவியல் தொழில் முன்னேற்றங்கள் மின்வேதியியலின் கருத்துகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவையாகும். உலோகங்களின் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும் பண்பு வேறுபடுவதால் அவை முறையே அவற்றின் உலோக உப்புக் கரைசல்களில் இருக்கும் போது, ஒரு உலோக முனையில் ஆக்ஸிஜனேற்றமும் மறுமுனையில் ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கமும் நடைபெறுகின்றன. காடிக துத்தநாகம் (Zn) நீர்த்த துத்தநாகக் கரைசலில் மூழ்கியிருக்கும்போது ($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$) என்னும் வினை நடைபெறுகிறது. இந்த ஒரு **சமான வினையில்** (equivalent) வெளிப்படும் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் அந்த உலோகத்தண்டின் மூலமாக வெளிச் சுற்றில் வருவதற்குத் தயாராக உள்ளன.

துத்தநாகத்தில் சேரும் எலக்ட்ரான்கள் இடப் பெயர்ச்சிக்குத் தயாராக உள்ளன. தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசலில் மூழ்கியுள்ள ஒரு தாமிரத் தண்டோடு, துத்தநாகத் தண்டை இணைத்தால் வெளிச் சுற்றில் மின்னோட்டம் செல்வதை உணர முடிகிறது, இதற்குக் காரணம் தாமிரத்தின் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும் தன்மை குறைவாக இருப்பதால்



$$Cu^{2+} + 2e = Cu$$

என்ற வினை நடைபெற்று மின்னோட்டத்திற்குக் காரணமாக அமைகிறது.

கி. மு. மோகன்.

ஆற்றல், வேதியியல் எரிபொருள்

மின் நிலையங்களிலும் (power plants) உட்கனல் பொறிகளிலும் பயன்பட்டு வரும் முதன்மையான எரிபொருள் நிலத்தினுள் புதை படிவக் கரிம எரி பொருள்கள் (fossil fuels) ஆகும். இவ்வுலகில் இருக்கும்

திண்ம, நீர்ம, வளிம எரிபொருள்கள் அனைத்தும் மேற் கூறியவகையைச் சார்ந்தவை அல்லது அவை வழி வந்தவை ஆகும்.

உட்கனல் பொறிகளின் செயல்திறனை (performance) உயர்த்தும் வகையில் சிறப்பு எரிபொருள்கள் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சிறப்பு எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இரண்டு நன்மைகள் விளைகின்றன. ஒன்று எந்திரத்தின் தூண்டுவிசை (impulse) உயர்கிறது. மற்றொன்று ஓர் அலகு எடை அல்லது கொள்ளளவு எரிபொருளின் எரிதல் வெப்பம் (heat of combustion) உயர்கிறது. நீர்ம ஹைடிரஜன் இவ்வகையான சிறப்பு எரிபொருளாகும். இதனுடைய எரிதல் வெப்பம் மற்ற எரிபொருள்களைவிட மிக அதிகமாக உள்ளது. அக் காரணத்திற்காக நீர்ம ஆக்சிஜனோடு நீர்ம ஹைடிரஜன் ஏவூர்திகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. அதே சமயத்தில் மிக அதிகமான எரிதல் வெப்பம் தேவைப்படும் இடங்களில் இதன் குறைந்த அடர்த்தி காரணமாக இதனைப் பயன்படுத்த இயலாமல் போகிறது. நீர்ம பஃளோரினோடு(fluorin)ஹைடிரஜன் சேரும்போது எந்திர இயக்கம் அதிகமாகிறது.

வளிம நிலையிலுள்ள சயனோஜன் (cyanogen) சிறப்பு எரிபொருளுக்கு மற்றுமோர் எடுத்துக் காட்டாகும். இதை உபயோகிப்பதன் மூலம் 5000°C வெப்ப அளவுள்ள தணலைப் பெறமுடியும், வளிம நிலையிலுள்ள ஆக்சிஜன் இதன் எரிதலுக்கு ஆக்சிஜனேற்றியாகப் பயன்படுகிறது.

ஹைடிரஜன் என்னும் நீர்ம எரிபொருளும் அதைத் தழுவிய எரிபொருள்களும், நைடிரஜன் நான்கு ஆக்சைடை (N_2O_4) ஆக்சிஜனேற்றியாகப் (oxidiser) பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. இத்தகைய எரிபொருள்கள் பெரும்பாலும் ஏவூர்திகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் டை போரேன் (B_2H_6) பென்டா போரேன் (B_5H_9) போன்ற போரான் ஹைடிரைடுகள் ஏவூர்திகளில் பயன்படுத்தப்படும் அதிக ஆற்றல் வாய்ந்த எரிபொருள்களாகும்.

அட்டவணை 1. உலக வழக்கில் நீர்ம எரிபொருள்களும் அவற்றின் ஆக்சிஜனேற்றிகளும்.

	எரிபொருள்	ஆக்சிஜனேற்றி
1.	அம்மோனியா	நீர்ம ஆக்சிஜன்
2.	9.5°/₀ எத்தில் ஆல்கஹால்	நீர்ம ஆக்சிஜன்
3.	மெத்தில் ஆல்கஹால்	87% H_2O_2
4.	அனிலின் (aniline)	அடர்நைட்ரிக் அமிலம்
5.	ஃபர்பிரால் ஆல்கஹால்	அடர்நைட்ரிக் அமிலம்

சுழல்தாரை, மோதுதாரைப் பொறிகளில் பெரும்பாலும் ஹைடிரோக்கார்பன் எரிபொருள்கள் பயன்படுகின்றன. சில சமயங்களில் நீர்ம ஹைடிரஜனும் உலோக அல்கைல்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தானெரி முன்தள்ளிகள். சில வகை எரிபொருள்கள் ஆக்சிஜனேற்றியின் துணையில்லாமலேயே எரிந்து வெப்பத்தைக் கொடுக்கின்றன. அவை தாமாகவோ அல்லது வினையூக்கியின் துணையோடோ சிதைந்து வெப்பத்தைக் கொடுக்கின்றன. அவைகள் முன்தள்ளு எரிபொருள்கள் எனப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட முன்தள்ளுஎரிபொருள்கள் ஏவூர்திப் பொருள்களில் பயன்படுகின்றன.

திண்ம எரிபொருள்கள். தள்ளுவிசை (propulsive force) மிகுதியாகத் தேவைப்படும் ஏவூர்திகளில் திரவ எரிபொருள்கள் அவற்றிற்குத் தேவையான ஆக்ஸிகரணிகளோடு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகை அதிக முன் தள்ளுவிசை தேவைப்படும் இராக்கெட்டுகளில் திட எரிபொருள்களும் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன. அவ்வாறு பயன்படும் எரிபொருள்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன, ஈரடிப் படை எரிபொருள்கள் (double base) கலவை எரிபொருள்கள் (composites) என்பனவாகும்.

ஈரடிப்படை எரிபொருள்கள். இவை நைட்ரோ கிளிசரின், நைட்ரோ செல்லுலோஸ் ஆகியவற்றின் சேர்மங்களாகும். நைட்ரோ செல்லுலோசின் நெகிழ்தன்மையும், பருமனளவும் நைட்ரோ கிளிசரினால் அதிகமாகின்றன. இவ்வாறு உண்டாகும் எரிபொருள்களின் வலிமை கூடுகிறது. நீள்தன்மை (elongation) குலைகிறது. பொதுவாக ஈரடிப்படை முன்தள்ளு எரிபொருள்கள் தேவையான வடிவங்களில் வார்ப்புகள் மூலமாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் வார்ப்புக்கு மணி அல்லது குருணை (grain) என்று பெயர்.

கலவை உந்து எரிபொருள்கள் (composite propellants). கலவை எரிபொருள்களில் அல்லது கலவை உந்து எரிபொருள்களில் ஓர் எரி பொருளும், ஓர் ஆக்சிஜனேற்றியும் உறுப்புகளாக உள்ளன. பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட்டு ($KClO_4$) அல்லது அம்மோனியம் பெர்குளோரேட்டு (NH_4ClO_4) அல்லது அம்மோனியம் நைட்ரேட்டு (NH_4NO_3) பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டு (KNO_3) சோடியம் நைட்ரேட்டு ($NaNO_3$) ஆகியவை ஆக்சிஜனேற்றிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

ஆஸ்ப்பால்ட்டுஎண்ணெய்க்கலவையும், வெப்பத்தால் உருகாத (thermoset) ஞெகிழிகளும் (phenol formaldehyde, phenol-butenol resins) எரிபொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. மேலும்செயற்கை இரப்பர்களும் பசைபோன்ற பொருள்களும் (gum-like) எரி

பொருள்களும் பயன்படுகின்றன. சமீபகாலமாகத் திண்ம எரிபொருள்களின் எரிதல் வெப்பத்தை உயர்த்தும்வகையில் போரான் (B) அலுமினியம் (Al) பெரிலியம் (Be) போன்ற உலோகங்கள எரிபொருள் களோடு சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு சேர்க்கும் உலோகங்கள் ஒரு வகையான நிலைத்த எரியாத் தன் மையை (combustion instability) நீக்கவும் உதவுகின் றன.

ஹைடிரஜன். வேதியியல் எரிபொருள்கள் இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன, கரியாக்க வகை (carbonaceous), கரியாகா வகை (non carbonaceous) என் பனவாகும்.

கரியாகா அல்லது கரியினாலாகாத எரிபொருள் கள் அனைத்திலும் அதிக வெப்ப மதிப்புள்ள எரி பொருள் ஹைடிரஜனாகும் (gaseous hydrogen). இதன் அடர்த்தி மிகக்குறைவாக உள்ளதால் இத னுடைய வெப்ப மதிப்பீட்டு எண் 340 பி.வெ.அ. ஆகும்.

ஹைடிரஜன் எரிபொருள், ஆக்சிஜன் ஹைடிர ஜன் கைவிளக்குகளில் (torch) பயன்படுகிறது. சாதா ரணமாக ஆக்சிஜன் அசெட்டிலின் தீத் தணலால் உண்டாக்க முடியாத 28000°செ. வெப்ப நிலையை ஹைடிரஜன் ஆக்சிஜன் தீத் தணலால் உண்டாக்க முடி கிறது.ஹைடிரஜன் மூலக்கூறு ஈரணுமூலக்கூறு ஆகும். மூலக்கூறு ஹைடிரஜனில் இருந்து உண்டாகும் அணு நிலை ஹைடிரஜன் (atomic hydrogen) அதிக வினைத் திறன் (reactive) உடையதாக உள்ளது. ஹைடிரஜன் அணுக்கள் ஒன்றாக இணைந்து உண்டாகும் ஹைடி ரஜன் தீத் தணலில் 3400°C வெப்பநிலை கிடைக் கிறது.

ஹைடிரஜன் வளிமம் எரிபொருள் மின்கலன்களி லும் (fuel cells) பயன்படுகிறது. இவ்வகை எரிமின் கலங்களில் எரிவதால் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றல் நேரடி யாக மின் ஆற்றலாக மாற்றம் அடைகிறது. ஆற்றல் நேரடியாக மின் ஆற்றலாக மாறும். இந்த மாற்றம் உலக எரிபொருள் தோற்றுவாய்ப் பொருள்களின் அளவைநிலைக்கச் செய்கிறது. காட்டாக, ஹைடிரஜ னும், ஆக்சிஜனும் எரிபொருளாகப் பயன்படும் எரி பொருள் மின்கலன் சில இடங்களில் பயன்படுகிறது.

நீர்ம ஹைடிரஜன். 19 ஆம் நூற்றாண்டின் முற பகுதிவரை துப்பாக்கி மருந்தே (monopropellants) ஏவூர்திகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின்புதான் ஏவூர்தி எரிபொருளாக ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்த தொடங்கினர். நீர்ம எரிபொருள்களை உலகுக்கு அறிமுகப்படுத்தியவர் இராபர்ட் ஹட்சிங் கொடார்டு (Robert Huching Coddard) ஆவார். அவர் நீர்ம எரி பொருள்களோடு (bipro pellants) நீர்ம ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்தினார்.

நீர்ம எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால் பல நன்மைகள் இருக்கின்றன. எரிதலின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தவோ எரிதலை நிறுத்தவோ மீண்டும் எரிதலைத் தொடங்கவோ, நீர்ம எரிபொருளைப் பயன்படுத்தும் போது மிக எளிதாகச் செய்ய முடிகிறது. எனினும் சில சிக்கல்கள் ஏற்பட்டன. எரிபொருள்கள் திரவ நிலையில் இருப்பதால் அவற்றை ஏற்றுவதற்கும் (pumping) ஒழுங்குபடுத்து வதற்கும் (regularing) எந்திரங்கள் தேவைப்பட்டன. எனவேதான் நைட்ரோ கிளிசரின், நைட்ரோ செல் லுலோஸ் போன்ற நவீனத் திண்ம எரிபொருள் வழக்கிற்கு வந்தன.

ஆற்றல் உற்பத்தித்திறன் அடிப்படையில் பார்க் கும்போது அனைத்து நீர்ம எரிபொருள்களைவிட நீர்ம ஹைட்ரஜனே ஏவூர்தி உந்துவிசைக்கேற்ற எரிபொருளாக இருக்கிறது. ஒரு கி.கி. எரிபொருளை ஒரு நொடியில் எரிக்கும்போது எத்தனை கி.கி. அழுத் தத்திறன் (pounds of prints) கிடைக்கிறதோ அதுவே அந்தக் குறிப்பிட்ட எரிபொருளால் ஏவூர்திக்குக் கிடைக்கும் முன்தள்ளுவிசை (propelsive ports) அல்லது முன்உந்து விசை எனப்படும். இந்த முன் தள்ளு விசைதன்எரிபொருள்திறன் (specific impulse) (Isp) எனப்படும். கிரசீன்ஆக்சிஜன் எரிபொருள் கலவையின் தன்எரிபொருள் திறன் 250. அதே சம யத்தில் ஹைடிரஜன் ஆக்சிஜன் எரிபொருள் கலவை யின் தன் எரிபொருள் திறன் 315 ஆகும். அதிக வினையாற்றல் உள்ள ஆக்சிஜனேற்றிகளான நீர்ம ஓசோன் (O_3) நீர்ம ஃபுளோரின் (F) ஆகியவற்றை உபயோகிப்பதன் மூலம் எரிபொருள் கலவையின் தன் எரிபொருள் திறனை 360 வரை உயரச்செய்யலாம்.

நீர்ம ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்துவதில் சில தொல்லைகள் ஏற்படுகின்றன. முதலாவதாக அத னுடைய குறைந்த கொதிநிலை (-253°C) ஆகும். எனவே அதைத் தயாரிப்பதிலும் சேமித்து வைப்பத் திலும் தொல்லை ஏற்படுகிறது. இரண்டாவதாக நீர்ம ஹைடிரஜனின் அடர்த்தி குறைவாக இருப்ப தால் அதைச் சேமித்து வைப்பதற்கு அதிக இடம் தேவைப்படுகிறது. குறைந்த அணு எடையுள்ள தனி மங்களோடு சேர்ந்து நீர்ம ஹைடிரஜன் பருமனளவு குறைவான (less valuminous) எரிபொருள்களைக் கொடுக்கிறது. அவ்வாறு உண்டாகும் எரிபொருள் களின் தன்எரிபொருள் திறனில் அதிகக் குறைவு ஏற் படுவதில்லை.

ஹைடிரைடுகளும் மற்றும் சிலஎரிபொருள்களும். ஹைடிரஜன், நைட்ரஜன் வளிமத்தோடு சேர்ந்துஉளிதில் நீர்மமாக்கக் கூடிய அம்மோனியா (NH_3) ஹைட்ர சின் (N_2H_4) ஆகிய வளிமங்களைக் கொடுக்கிறது. போரான் (B) லித்தியம் (Li) சிலுக்கான் (Si)கந்தகம் (S) ஆகிய தனிமங்களின் ஹைடிரைடுகள் சிறந்த எரி பொருளாகக் கருதப்படுகின்றன. காட்டாக, (டைபோ ரேன் (B_2H_6). மற்று சாதாரணக் கரியாக்க (carbonaceous) எரிபொருள்களின் ஆற்றலைப் பெருக்கப்

பயன்படுகிறது. இவ்வாறு டைபோரேன் சேர்க்கப்பட்ட எரிபொருள்கள் அயல் எரிபொருகள் (exotic fuels) எனப்படும். லித்தியம் அலுமினியம் போன்ற இலேசான உலோகங்களும் அவற்றின் உலோகக் கலவைகளும் (alloys) எரிபொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

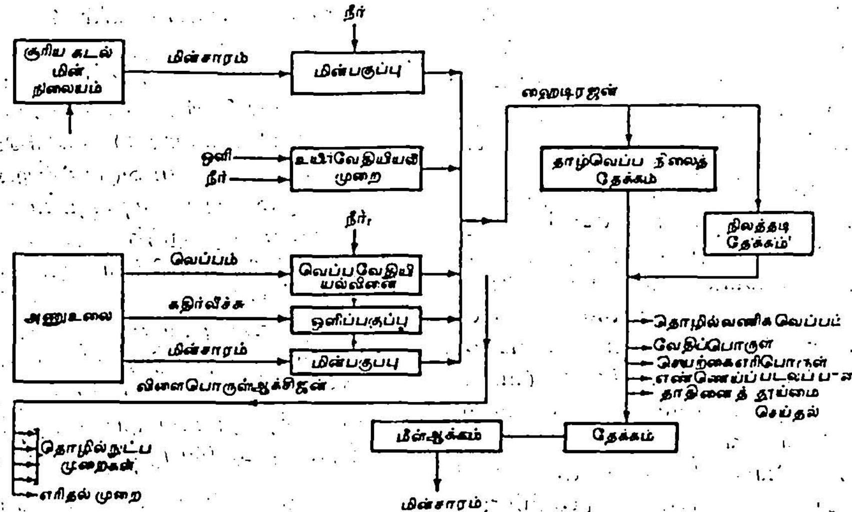
அணு ஹைடிரஜன். மூலக்கூறு ஹைடிரஜனும் அணு ஹைடிரஜனும் சேரும்போது தன் எரிபொருள் திறன் 1000 வரை கிடைக்கிறது (Isp=1000). ஆனால் அணு ஹைட்ரஜனும் அணுஹைட்ரஜனும் சேரும் போது 1300 வரையிலான தன்எரிபொருள் திறன் (specific impulse) (Isp) கிடைக்கிறது. இவ்வகை அதிஅயல் எரிபொருள்கள் (super exotic fuels) நடைமுறைக்கு வருவதற்கு முன்பாக, இந்த அழிக்கும் தன்மையுள்ள எரிபொருள்களை (evanascent materials) உற்பத்தி செய்வதற்கும் சேமித்து வைப்பதற்கும் தேவையான கருவிகளைச் செய்து கொள்ள வேண்டும்.

கி. மு. மோகன்

ஆற்றல், ஹைடிரஜன் எரிபொருள்

பல ஆண்டுகளாக ஆக்சி ஹைடிரஜன் உள்ள துண்டிக்கவும் பற்றுவைக்கவும் பயன்படும் ஒளிக்கருவிகள் (oxy-hydrogen cutting and welding torches) போன்ற சில பயன்பாடுகளில் ஹைடிரஜன் ஒரு தனித் தன்மை வாய்ந்த எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. 19 ஆம் நூற்றாண்டில் ஹைடிரஜனை ஓர் எரிபொருளாகப் (fuel) பயன்படுத்துவதின் நன்மை தீமைகளைச் சில விஞ்ஞானிகள் கவனிக்கலாயினர். நீண்ட நாளைக்கான எரிபொருள் தேவை பற்றி 1970 ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் அக்கறை பிறந்தது. விஞ்ஞானப் பொருளாதாரக் காரணங்களினால் அதனைப் பற்றிய ஆய்வு வலுப்பெற்றது. பெட்ரோலிய வேதியியல் தொழிற்சாலை (petro chemical industries) ஆகியவற்றில் ஹைடிரஜனின் மிக அதிக அளவு பயன்பாட்டினாலும், ஹைடிரஜன் ஏற்றம் (hydrogenation) தேவைப்படும் பல வித செயற்கை உணவுப் பண்டங்களை (artificial food stuffs) உற்பத்தி செய்யும் முறைகளினாலும், கடந்த சில ஆண்டுகளாக ஹைடிரஜனின் பயன்பாடு மிகவும் நன்றாகப் புரிந்து கொள்ளப்பட்டுள்ளது. நேரடியாகவும் மறைமுகமாகவும் எரிபொருளாக உதவும் ஹைடிரஜனின் வெளிப்படையான நன்மைகள் பிற்கால ஹைடிரஜன் பொருளாதாரத்திற்கு வழிகோலின.

அறிவியல் முறையில் அடிப்படையில் ஆழமான ஹைடிரஜன் திறன் தொழில் நுட்பத்தின் (hydrogen energy technology) வேகம் மூன்று கூறுகளினால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. அவை,(1)ஹைடிரஜன் சார்ந்த அமைப்புகளும் துணை அமைப்புகளும் (hydrogen oriented systems and sub systems) பொருளாதார வகையிலும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைச் சார்ந்த வகையிலும் (environmentally) மற்ற எந்த ஓர் ஆற்றல் மூலத்துடனும் (energy source) படிப்படியாகப் போட்டியிடுவதும், ஹைடிரஜனைப் பாதுகாத்தலும், அதனைப் பயன்படுத்துவதுமான கருத்துகள், (2) ஹைடிரஜன் அமைப்புகள் (hydrogen systems) சார்ந்த அணுக்கருப்பொறியியல் (ruclear engineering) துறைகளின் தொழில் நுட்ப முன்றேற்த்தின் வேகம், (3) ஹைடிரஜன் சார்ந்த அமைப்புகளுக்கான ஒரு படித்தான முயற்சிகளின் வேகம். இதில் அடங்குபவை திட்டம், நோக்கம் பற்றிய தற்போதுள்ள குறிப்புகள். ஹைடிரஜன் ஆக்கம் (hydrogen generation) அதனை இடம் விட்டு இடம்



படம் ஹைடிரஜன் பொருளாதாரம்

அட்டவணை 1. ஹைடிரஜனின் எரிபொருள் பண்புகள்

எண்	இயல்பு	மதிப்பு
1.	உருகு நிலை, கெ.	13.96
2.	உருகு வெப்பம், 14.0 கெ. வெப்பநிலையில், கலோரிகள்/கிராம்	14.0
3.	1 வளி மண்டல அழுத்தத்தில் கொதிநிலை, கெ.	20.39
4.	20.4 கெல்வினில் ஆவியாதலின் வெப்பம், கலோரிகள்/ கிராம்	107
5.	அடர்த்தி, கிராம்கள்/பரு செ. மீ. 4.2 கெ. இல் திண்மநிலையில் 20.4 கெ.ல் நீர்ம நிலையில்	 0.089 0.071
6.	உய்ய வெப்பநிலை	33.3
7.	உய்ய அழுத்தம், தனி முதல் வளி மண்டலங்களில்,	12.8
8.	உய்யப் பருமன் அளவு, பரு செ. மீ. மோல்	650.
9.	உய்ய அடர்த்தி கிராம்/பரு செ.மீ.	0.031
10.	20.4 கெ.இல் ஆர்த்தோவிலிருந்து பாரா நிலைக்கு மாறும் வெப்பம், கலோரிகள்/கிராம்	168
11.	வெப்ப எண் நிலையான அழுத்தத்தில், கலோரிகள்/கிராம்) 17.2 கெ.இல் நீர்ம நிலையில் 13.4 கெ.இல் திண்ம நிலையில்	 1.93 0.63
12.	வெப்ப எண், (மாறாத பருமன் அளவில், C_v (0 முதல் 200செ.), கலோரிசள்/கிராம்	2.46
13.	வெப்ப எண் விகிதம் (0முதல் 200°செ.)	1.40
14.	வளிம அடர்த்தி) 0 செ., 1 வளி மண்டல அழுத்தத்தில், கிராம்கள்/லிட்டர்	0.0899
15.	வளிம ஒப்படர்த்தி (காற்று 1.0)	0.0695
16.	வளிம வெப்பக் கடத்துதிறன் 25 செ. வெப்பநிலையில் (கலோரி) (செ.மீ.)/(செகண்டு) (செ.மீ) (செ.)	0.00044
17.	வளிமப் பிசுப்புத் தன்மை 25 செ., 1 வளி மண்டல அழுத்தத்தில், சென்டி பாய்ஸ்	0.0089
18.	வெப்பவிரிவு கெழு 1°செ. வெப்பநிலை உயர்வுக்கு	0.00356
19.	25° செ. இல் எரிதல் வெப்பம், கி.கலோரி/கிராம் மோல் மொத்த அளவு (gross) நிகர அளவு (net)	 63.3174 57.7976
20.	எரிதல் ஆற்றல் வெளிப்பாடு கலோரிகள்/கிராம் ஜூல்/கிராம்	 29,000 1.21×10^5
21.	சுடரொளி வெப்பநிலை, கெ.	2483
22.	தானே தீப்பற்றும் வெப்பநிலை, கெ	858
23.	25°செ. இல் உருவாகுதலின் வெப்பம் கி. கலோரி/கிராம் மோல்	(-) 64.2
24.	எரிந்திடும் எல்லை விழுக்காடு ஆக்சிஜனில் 4 முதல் காற்றில் 4 முதல்	 94 வரை 74 வரை

அட்டவணை 2. ஊர்திகளுக்கு ஹைடிரஜன் நிரப்புதல் பற்றிய விவரங்கள்

தேக்க அமைப்பு	சார்பு அமைப்பு		சார்புப் பருமன் பருமன் அளவு
	எடை[அ]		அளவு[அ]
வளிமநிலை	135	15.0	24.5
திண்ம நிலை (40% நுண்துளைகள் கொண் மகனீசியம் ஹைட்ரைடாக	—	4.6	4.0
நீர்மநிலை 37° ரே		2.4	3.8

நிலை வளிமங்களினுடைய குறைந்த மூலக்கூறு எடைகளினால் ஹைடிரஜன், ஏவூர்திச் செலுத்தத்தில் முதன்மை எரிபொருளாக ஆக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் ஏவூர்தியின் உந்துவிசை, வெப்பத்துக்கு நேர் விகிதத்தில் உயர்கின்றது. மற்றும் அதன் உந்துவிசை, வெளிப்படும் வளிமங்களின் மூலக்கூறு எடைக்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் உயர்கிறது. அப்பொல்லோ நிலவுப் பயணத்தில்பயன்படுத்திய சார்டன் பொறிகளின் இரண்டாவது, மூன்றாவது நிலைகளுக்கு நீர்ம ஹைடிரஜனும் ஆக்சிஜனும் பயன்படுத்தப்பட்டன. அணுக்கரு ஏவுர்திகளில் ஹைடிரஜனுடைய குறைந்த அணு எடை அதனைச் செலுத்தும் எரிபொருளாகத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கு வகை செய்தது. இதில் உயர் வெப்ப நிலைகளில் அணுக்கரு வெளிப்படுத்தும் உமிழ்வு ஹைடிரஜன் வளிமம் வெளியேறுவவதற்கான வெப்பத்தை வழங்குகின்றது.

குழாய் வழியாக ஹைடிரஜனை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு சென்று பகிர்ந்தளிப்பதற்கான செலவு மின்திறனை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு சென்று பகிர்ந்தளிப்பதற்கான செலவைவிடக் குறைவு என்பதை ஆய்வு தெரிவிக்கிறது. தற்போதுள்ள இயற்கை வளிமத்தைச் செலுத்திடும் குழாய் வழியையும் அதன் பகிர்வு அமைப்புகளையும் ஹைடிரஜன் பயன்பாட்டிற்குப் பயன்படுமாறு செய்யலாம். மீத்தேனினுடைய வெப்ப மதிப்பான 913 பி. வெ. அ. கள்/பருமன் அடி உடன் ஒப்பிடும்போது, ஹைடிரஜனுடைய நிகர வெப்ப மதிப்பு 275 பி. வெ. அ. கள்/பருமன் அடி ஆகும். ஆனால் ஹைடிரஜனுடைய குறைந்த அடர்த்தியும் பிசுப்புத் தன்மையும் மீத்தேனைப் போன்ற அதே அளவு வெப்ப ஆற்றலைக் குழாய் வழியாக வழங்க வழி வகுக்கும். ஆனால் அதிக அழுத்தம் செய்வதற்காகக் கூடுதல் செலவு செய்ய வேண்டும். வீட்டில் வெப்பம் பெறுவதற்காக இயற்கை எரிவாயுவைக் காட்டிலும் ஹைடிரஜனுடைய வெப்ப ஆற்றலை மிகவும் திறம்படப் பயன்படுத்தலாம். ஏனெனில் காற்றுத் துளையற்ற வெப்பப்படுத்தும் அமைப்புகளில் வெப்ப இழப்பின்றி ஹைடிரஜனை எரிக்கலாம். இதற்கான காரணம் அதனை எரித்த பின் கிடைக்கும் ஒரே ஒரு விளைபொருள் நீர் என்பதே. சுடரற்ற இயக்கத்தை ஊக்கவைக்கும் வெப்பப்படுத்தும் அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி நைட்ரஜன் ஆக்சைடு தோன்றுதலைத் தவிர்க்கலாம். இருப்பினும் ஆக்சிஜனும் குறைவாக உள்ள மூடிய இடங்கள் அபாயத்தைத் தோற்றுவிக்கும்.

மின்சாரத்தைக் காட்டிலும் ஹைடிரஜனை வெப்ப மூலமாகப் பயன்படுத்துவதில் நன்மையாதெனில் இதனைப் பிற்காலப் பயன்பாட்டிற்குத் தேக்கலாம். ஆனால் மின்சாரத்தை ஆக்கும்போதே பயன்படுத்திட வேண்டும். ஹைடிரஜனையும் இயற்கை வளிமத்தைப் போன்றே நீர்மமாகச் செய்து, தேக்கி ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லலாம். அல்லது நிலத்தடி அமைப்புகளில் அழுத்தப்பட்ட வளிமமாகத் தேக்கலாம். மக்னீசியம் ஹைடிரைடைப் போன்று உலோக ஹைடிரைடாக ஹைடிரஜனைத் தேக்கலாம், அல்லது லேந்தனம், நியோபியம் போன்ற அரிய மண் உலோகத்துடனும் நிக்கலுடனும் சேர்ந்த ஹைட்ரைடாகச் சேமிக்கலாம். இவ்வகையான சேமிப்பில் அதன் திறமையைக் குறைப்பதற்கான கூறுகளாவன, உலோகத்தினால் ஹைடிரஜனை உட்கவரும்போது வெப்பம் வெளியிடப்படுகின்றது. எனவே இதற்காக அதைக் குளிரச்செய்வது தேவைப்படுகின்றது, மேலும் ஹைடிரஜனை மீளவும் வெளிப்படுத்துவதற்கு வெப்பம் தேவையாகின்றது.

அட்டவணை 2 இல் மதிப்பிடப்பட்ட எடைகளும் கொள்ளளவுகளும் அதே அளவு ஆற்றலைக் கொண்ட கேசோலினைச் சார்ந்து தொகுக்கப்பட்டவை. சார்பு எடை கொள்கலனின் எடையையும் உள்ளடக்கியது. இக் குறிப்பிலிருந்து அறிவது யாதெனில் மகனீசியம் ஹைட்ரைடு, 4.6 அளவில் எடை மேம்பாடு குறைந்தது. அதனால் வழக்கமான தானியங்கி ஊர்தியில் பயன்படுத்தும் கேசொலின் கொள்கலனுடன் ஒப்பிடும்போது அதைப்போல நான்கு மடங்குள்ள கொள்கலன் தேவையாகின்றது என்பது. இதற்குச் சமமாக, வழக்கமான ஊர்தியிலுள்ள 20 காலன் கேசொலின் தொட்டியைக் காட்டிலும் 450 பவுண்டுகள் கூடுதலான ஊர்தி எடையும் மேலும் 60 காலன்களுக்கும் அதிகமான (2-2 2 அடி தேக்கம் கொள்ளும் அளவும் தேவைப்படுகின்றன. தற்போது கிடைக்கும் 306 காலன் வரை தாங்கக் கூடிய திறமை படைத்த கொள்கலன்களைப் பயன்படுத்துவதால் நீர்மத் தேக்கக் கொள்கலம் மோதுதலினால் ஏற்படும் வெடித்தலினின்று காக்கப்படுகிறது.

ஆற்றல் சார்ந்த ஹைடிரஜன் பயன்பாடுகள். பிற்கால ஆற்றல் தொழில் நுட்பத்தில் ஹைடிரஜனுடன் நிகழக் கூடிய செயல்முறையினை இரண்டு பெரிய வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, மற்ற வகை ஆற்றல் வடிவத்தில் மாற்றாமல் ஹைடிரஜனை நேரடியாக எரிபொருளாக்குதல் அதாவது வெப்பம் ஆற்றல், ஒளி ஆகியவற்றின் மூலமாகப் பயன்படுத்துதல், மறைமுகமாக மொத்த ஆற்றல் அமைப்பில் ஹைடிரஜன் முதன்மைக் கூறாகச் செயல்படுதல். அவ்வாற்றலை இறுதிப் பயன்பாட்டிற்கு முன்னர் மாற்றம் செய்து ஹைடிரஜன் வேதியியல் முறையில் உள்ளடக்கி செயற்கை எரிபொருளாகவோ மாற்று இயற்கை வளிமமாகவோ இறுதியாகப் பயன்படத்தக்க மின் திறனாகவோ மாற்றம் செய்யப்படுதல் என்பனவாகும். ஹைடிரஜனுக்கு எடுத்துக் கூறப்பட்ட மறைமுகமான அல்லது இரண்டாம் பெரும் பங்குயாதெனில் ஆற்றலை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் போக்குவரத்து செய்ய இயன்றதாய் அமையும் இயல்பாகும். மற்ற எல்லா வகையான ஆற்றல்களையும் ஒரு செயற்பாட்டின் கீழ் ஹைடிரஜனாக ஆக்கிப் பின்னர் அதைக் குழாய்வழியாகச் செலுத்தித் தொலைவில் உள்ள இடங்களில் தேக்கி வைத்து அதனை மறுபடியும் மாற்றி மின் திறனாகவும் செய்யலாம்.

இயக்கத்துக்கான ஆற்றல் மூலமாகப் ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்துதல். திறன் ஊர்திகளில் எளிமையாகக் கையாளுதற்கும் இடம் விட்டு இடம் கொண்டு செல்வதற்கும் ஹைடிரோக் கார்பன் எரிபொருள்களில் குறிப்பிடத்தக்கவையாகக் கேசொலினும் மண்ணெண்ணெயும் அவற்றிற்கான குறைந்த செலவுகளைக் கருதாமல் இருப்பினும் வசதியாக அமைந்துள்ளன. அவ்வாறே ஹைடிரஜன் சரியான விலையில் கிடைக்க வழியுள்ளது. மற்றொரு பெரும்

நன்மையாதெனில் காற்று மாசுறுதலை அது குறைக்கிறது. உட்கனல் பொறியில் ஹைடிரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தி அதன் செயல் திறம் பல சோதனைகளால் சரிபார்க்கப்பட்டன. அதில் கேசொலினில் கிடைப்பதற்கும் மேலாக 50% அதிகமான திறமை கிடைப்பதாய்த் தெரிந்தது. 0.45 கி. கி. ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்தி ஒரு சோதனை உந்து 30 கி.மீ. தொலைவு ஓட்டப்பட்டது. நீர்ம ஹைடிரஜன் ஒரு காலனுக்கு 0.58 பவுண்டு எடையுள்ளதாகையால் அது ஒருகாலனுக்கு 18 கி.மீ. செல்லும். இது கவர்ச்சியுள்ளதாயினும் தானியங்கி எரிபொருளாக (motor fuel) நீர்ம ஹைடிரஜனுடைய பயன்பாடு பல பெரிய பிரச்சினைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. அதனுடைய குறைந்த அடர்த்தியின் காரணமாகத் தேவையான நிகரத் தேக்கக் கொள்ளளவு (net storage volume) குறைந்தது கேசொலினுடைய கொள்ளளவைப் போன்றதாகும். இத்தேக்கக்கலனை -253° செ. வெப்ப நிலையில் நிலைநிறுத்த வேண்டும் இவ்வெப்ப நிலை வளிமண்டல அழுத்தத்தில் ஹைடிரஜனுடைய கொதி நிலையாகும். இதனால் தேக்கக் கலத்திற்குக் (storage container) காப்புறை (insulation) இடப்பட வேண்டும். அதன் விளைவாக அந்தக் கலத்தின் அளவு அதிகமாகின்றது. இத்தேக்கக் கலத்தில் ஒரு நாளைக்கு 2% அளவு ஆவியின் காரணமாகத் தோன்றும் இழப்புகளை (vaporization losses) ஓட்டைகள் வழியாக வெளிச் செலுத்த வேண்டும். வெளிச் செல்லும் ஹைடிரஜன் வளிமம் மேலும் எரியாமல் இருக்குமாறும் வெடிக்கக்கூடிய ஹைடிரஜன் காற்றுக் கலவையுடன் சேர்ந்திடாமலும் அமைத்திடவேண்டும். காற்றில் ஹைடிரஜனுடைய குறைந்த வெடிப்பு எல்லை (explosive limit) 4% ஆகும். எனவே தேவையான அளவில் காற்றோட்டம் (ventilation) அமைந்திருக்க வேண்டும். நல்லவேளையாக ஹைடிரஜன் வளிமம் இலேசான வளிமமாகவும் அதனுடைய ஒப்படர்த்தி (specific gravity) காற்றுடன் ஒப்பிடும்போது 0.07 ஆகவும், உயர எழும்பி வேகமாகப் பரவும் தன்மையுடையதாகவும் இருப்பதால் அதனை எளிதாகப் விரவி விடலாம் (dispersed). நீர்ம ஹைடிரஜனை வழங்கும் நிலையங்கள் கேசொலினுக்குத் தேவைப்படுவதைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகச் செலவில் அமைந்த தேக்கக் கலன்களை, ஏற்றும் அமைப்புகளையும் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

இயங்கு ஆற்றலின் மூலமாக நீர்ம (energy source for motive power) ஹைடிரஜனுடைய பெரிய அளவிலான பயன்பாடு தாரை விமானங்களில் உள்ளது. இதற்குக் காரணம் யாதெனில் அதனுடைய எடை மேம்பாடும் (weight advantage) கொதித்தலினால் தோன்றும் குறைந்த இழப்புகளும் (boil off loss) ஆகும். நகர் உந்து வண்டிகளும் நெடுந்தொலைவு செல்லும் சரக்கு - வண்டிகளும் இதைப் பின்பற்றித் தேக்கக்கலங்களை (டேவார்களை) முழுதுமாக மாற்றம் செய்து, மறு எரிபொருள் ஊட்டத்தைப் பெற வகை செய்யலாம். மிக முக்கியமான பிரச்சினைகளான சிறிய கொள்ளளவுடைய எரிபொருள் அமைப்பும் (small capacity fuel system) பாதுகாப்பு பற்றிய அக்கறை, ஊர்தியைப் பயன்படுத்தாத போதும் எரிபொருள் கொதிப்பினால் தோன்றும் இழப்பு போன்ற பிரச்சினைகளைத் தனி மனிதரியக்கும் உந்துகள் உண்டாக்குகின்றன.

வெப்பம் தரும் எரிபொருளாக ஹைடிரஜன்

தொழிற்சாலைகளிலும், வணிகக் குடியிருப்புகளிலும் வெப்பம் ஏற்படுத்தும் எரிபொருளாக ஹைடிரஜனுடைய வழக்கமான பயன்பாடு பெரிய சிக்கல்களைத் தோற்றுவித்துள்ளது. இவற்றைத் தவிர்க்கவும் இயலவில்லை. எரிபொருள் பொருளாதார வளர்ச்சி மாற்றத்தில், தொழில் நுட்ப முன்னேற்றத்தால் ஹைடிரஜன் மிக மேம்பாடான பலனைத் தரும் நிலையை அடைந்துள்ளது என்று கருத முடியும். பல நிலைகளில் நோக்கும்போது, எந்த ஒரு வெப்பப்படுத்தும் அமைப்பிலும் ஹைடிரஜன் ஒரு மேம்பட்ட எரிபொருளாக அமைகின்றது. வீட்டில் சமையல் செய்யவும் வெப்பப்படுத்தவும் விளக்கு ஏற்றவும் கூட ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்தலாம். மேலும் வணிக இடங்களிலும தொழிற்சாலைகளிலும் அவ்வாறே பயன்படுத்த இயலும். இயற்கை வளிமத்துடன் ஒப்பிடும்போது ஹைடிரஜன் வேகமான வெப்பமான ஒளிச்சுடருடன் எரிகின்றது. ஹைடிரஜன் காற்றுக் கலவைகள் பரந்த எல்லைகள் கொண்ட கலவைகளில் எரியும் தன்மை கொண்டுள்ளன. நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த வெளிவிடும் பொருள்களைத் தோற்றுவிக்காமல் ஹைடிரஜன் எரிகின்றது. நீராவியும் கூடுதல் அளவிலான ஈரப்பதமும் ஒவ்வாமல் இருக்கின்ற இடங்கள் நீங்கலாகக் காற்றுப்புகாத அமைப்புகளில் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாய் உள்ளது. குளிர்காலத்தில் கூடுதல் அளவிலான ஈரப்பதம் மிகவும் விரும்பததக்கதாய் இருக்கும். ஆனால் கோடைக்காலத்தில் ஈரமுள்ள இடங்களில் தோன்றிய நீராவி ஏற்புடையதாய் இருக்காது. மூடப்பட்ட இடங்களில் ஆக்சிஜன் குறைவதைத் தடுக்கப் போதிய அளவில் காற்றோட்ட வசதி இருக்க வேண்டும்.

கார்பன் மோனாக்சைடும் புகைகளும் தோன்றும் அபாயங்கள் (hazards) இல்லாமையினால் புகை போக்கும் அமைப்புகளை எளிமையாக்கி அல்லது நீக்கிப் பெரிய அளவில் நன்மைகளை அடையலாம். தூய்மையான எரிதலினால் கட்டுமானச் செலவுகள் குறையும். அன்றியும் வீட்டில் பயன்படுத்தும் வளிம எரிப்பு வெப்பமூட்டும் அமைப்பில் கூடுதலான 30% திறமையையும் பெறலாம். இயக்கத்தை ஊக்க வைக்கும் படுகையைக் குறைந்த வெப்பநிலை அளவான 100° செ. க்கு நிலைநிறுத்தும்போது

நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளின் ஆக்கம் அறவே நீக்கப்பட்டு விடுகின்றது.

வெப்பம் மிக்க சுடர் ஒளியைக் கொண்டு ஹைடிரஜன் எரிதலினால் வெப்பப்படுத்தும் சாதனங்களின் வடிவமைப்பை மாற்றம் செய்ய வேண்டிய தேவை ஏற்படுகின்றது. ஓர் அலகு பொருண்மையுடைய(unit mass) நீர்ம ஹைடிரஜனுடைய ஆற்றல் அளவு ஹைடிரோக்கார்பன் எரிபொருள்களைக் காட்டிலும் 2.75 மடங்கு அதிகமாக உள்ளது. ஒருசெந்தரப் பருமன் அடி ஹைடிரஜனில் 325 பி.வெ.அ மட்டுமே மறுபுறத்தில் கிடைக்கின்றது, ஆனால் ஒரு செந்தரப் பருமன் அடி இயற்கை வளிமத்தில் 1000 பி.வெ.அ கிடைக்கின்றது, இதனால் கூடுதலான வடிவமைப்பு மாற்றங்களைச் செய்ய அது வழிவகுக்கின்றது. ஹைடிரஜனுடைய தீப்பற்ற வைக்கும்(எரியும்)(ignition energy)0.02 மில்லி ஜூல்களாகும். இது இயற்கை வளிமத்தை விட 7% குறைவாகும். இது தாழ் வெப்ப நிலை வினையூக்கி அடுப்புகள் செய்வதில் குறிப்பிடத்தக்க கூறாக அமைகின்றது. மேலும் பாதுகாப்பான இயக்கத்தை வடிவமைப்பதற்கான பெருங்கூறாகவும் அமைகின்றது. நேரடியான வெப்பப்படுத்தும் எரிபொருளாக வீடுகளில் ஹைடிரஜனால் பலவித நன்மைகள் இருந்தபோதிலும் தனிப்பட்ட ஹைடிரஜனை வழங்கும் அமைப்பில் மின்சாரம், நிலக்கரி மண்எண்ணெய் போன்ற எரிக்கும் பொருள்கள் மலிவான விலையில் கிடைப்பதைக் கருத்தில் கொண்டு ஹைடிரஜன் பயன்பாட்டினை நோக்க வேண்டும். வெப்பப்படுத்துவதற்கு ஹைடிரஜனுடைய நேரடியான பயன்பாடு அதிகமாக உள்ள இடத்தில் அதன் பொருளாதாரம் சீராக அமையும். பெருத்த அளவில் ஹைடிரஜன் மின்திறனாக மாற்றப்படும் போது அதற்கான செலவினை ஏற்றுக் கொள்ளுதல் மிகக் கடினமான செயலாகும். எல்லாமே ஹைடிரஜனாக அமைந்த வீட்டில் குளிர்ந்த முறையான காண்டோ-ஒளிர்தல் (cando lummescence) முறையில் விளக்குகளை அமைக்கலாம். வழக்கமான குழல் விளக்கினைப் போன்று குழாயின் உட் பகுதியில் ஒளிவீசும் பொருளான ஃபாஸ்பார் பரப்பப்பட்டுள்ளது. ஃபாஸ்ஃபாருடன் தொடர்பு கொள்ளும்போது ஹைடிரஜன் சிறிய அளவில் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து ஃபாஸ்பாரிஸ் பொலிவுடன் ஒளிர்தலைத் தூண்டுகின்றது. தூய ஹைடிரஜன் அல்லது ஹைடிரஜன் செறிவூட்டம் கொண்ட இயற்கை வளிமம் அல்லது மாற்று இயற்கை வளிமம் வேண்டும் போது, அடுப்புகள், வெப்பப்படுத்தும் அமைப்புகளின் வடிவமைப்புகள், பயன்படுத்தும் சாதனங்கள் ஆகியவற்றை மாற்றம் செய்வதற்கு அதிகச் செலவாகும். பல ஆண்டுகளாக இத்தகைய மாற்றங்கள் அமெரிக்க ஒன்றிய சமுதாயத்தில் செய்யப்பட்டுத் தயாரிக்கப்பட்ட வளிமம் (50% ஹைடிரஜன்) கைவிடப்பட்டு, இயற்கை வளிமம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய மாற்றங்கள் மிக அண்மையில் ஐரோப்பிய சமுதாயங்களில் கூடச் செய்யப்பட்டுள்ளன.

போக்குவரத்துச் செய்ய நிறைந்த அளவில் ஹைடிரஜன் கிடைக்கும் போதும், தொழிற்சாலைப் பயன்பாட்டில் ஹைடிரஜன் தேவைப்படும்போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி வழியாகவோ ஒரு கண்டத்தைக் கடந்தோ குழாய் வழியாக ஹைடிரஜனைச் செலுத்தும்போதும் ஹைடிரஜனின் தேவை அளவு படிப்படியாக உயரும். இது சுற்றுப்புற மாசுறுதலைக் குறைக்கும். மேலும் இயற்கை வளிமத்தைத் தேக்க வழிவகை செய்கின்றது.

ஆற்றல் கொண்டு செல்லும் ஹைடிரஜன். மின் திறமைக்கு மேலாக ஹைடிரஜன் ஆற்றல் தொடக்கநிலை மேன்மைபல கொண்டுள்ளது என்பதை மறுக்க முடியாது. ஹைடிரஜனை ஆற்றல் வடிவில் தேக்கவும் எடுத்துச் செல்லவும் இயலும். மின் திறனை நீண்ட தொலைவு கம்பிகள் வழியாகச் செலுத்துவதைக் காட்டிலும் ஹைடிரஜனைக் குழாய் வழியாகச் செலுத்துவது குறைந்த செலவுடையதாக இருக்கும், என்று ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன.

முழுவீதச் சுமையில் நிலைத்த ஒரே ஆக்க அளவில் மின் திறன் நிலையங்களை (electrical power plants) இயக்கும்போது அவை மிகவும் திறம் படைத்தவையாய் இருக்கும். நுகர்சுமையில் பரந்த அளவு மாறுபாடுகள் நாள்தோறும் அல்லது குறிப்பிட்ட காலங்களிலும் இருப்பதனால் மின்சாரம் ஆக்கும் வீதங்களையும் (generating rates) தொடர்ந்து சரிசெய்து கொண்டிருக்க வேண்டும். தகவல் தொடர்பு அமைப்புகளும் (communication system) மற்றும் சில நெருக்கடிகால அமைப்புக்களும் (emergency system) மின்சேமிப்புக் கலங்களை (batteries) இடைப்பட்ட மின்திறன் தேக்கப் (interim storage) பயன்படுத்துகின்றன, ஆனால் இத்தகைய பயன்பாடுகள் மொத்த மின் ஆக்கத்தையும் அதனைப் பகிர்ந்திடும் அமைப்பையும் ஒப்பிடும்போது மிகச் சிறிய அளவில் உள்ளன. மிகுந்த அளவிலான சேமிப்பிற்கு (large scale storage) முதன்மையான வழி நீரினைக் குழாய் வழியாக மேல் ஏற்றித் தேக்கம் செய்வதாகும். இந்நிலையில் இதனைத் திருப்பி இயக்கக்கூடிய நீர் மின்நிலையம் என்று கூறலாம். இதில் மின் திறன் தற்காலிகமாக நீரினை உயரத்திலுள்ள தேக்கத்திற்கு ஏற்றும் பொழுது இவ்வாற்றல் நீரியல் உயரமாக (hydraulic head) மாற்றப்படுகின்றது. ஆனால் அவ்விடத்தியல்பு (topography) அத்தகைய அமைப்பிற்கு ஏற்றதாக அமைய வேண்டும்.

மின் ஆக்கும் நிலையங்களிலிருந்து (generating stations) சுமை மைய (load centres) இடங்களுக்கு மின்சாரத்தைச் செலுத்துவதற்கான உயர் வோல்ட் அழுத்தம் கொண்ட காப்பிடப்பட்ட மின்கம்பி வடங்களின் தேவையால் செலவு மிகும். தலைக்கு மேல் செல்லக்கூடிய மின் கம்பிகள் அமைப்பதற்கான செலவைக் காட்டிலும் பெரிய அளவுகளிலான மின்சாரத்தைக் காப்பிடப்பட்ட நிலத்தடி மின்கம்பி வடங்களில் செலுத்துவதற்கு ஆகும் செலவு 9 முதல் 20 மடங்கு வரை அதிகம் ஆகும் என்று கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. தாழ்வெப்ப நிலைக்கான மிகைக்கடத்தும் தன்மை வாய்ந்த காப்பிடப்பட்ட மின்கம்பி வடங்களைப் (cryogenic superconducting cable) பயன்படுத்துவதால் நிலத்தடியில் அவற்றைப் புதைப்பதற்கான செலவினைப் (under ground costs) பெரிதும் குறைத்துவிடலாம். ஆனால் இதுபற்றி மேலும் ஆய்வு செய்ய வேண்டியுள்ளது.

குழாய்வழியாகப் பேரளவு எரிபொருளைக் கடத்த வேண்டியுள்ளதால் புதையுண்ட குழாய் வழிக்கான கட்டுமானம், பராமரிப்பு, இயங்கிடும் செலவுகள், கடத்தப்படும் திறன் விலை இவற்றை நோக்கும்போது, மிகவும் குறைவாகவே உள்ளன. 1970 நடுவில் நிலவிய விலை ஏற்றத்திற்கு முன்னர் இருந்த நீர்ம, வளிம எரிபொருள்களின் (liquid and gaseous fuels) குறைந்த விலையில் கூடக் குழாய் வழியாகச் செலுத்தும் முறை (pipe line operations) இலாபகரமாக இருந்தது. குழாய் வழித் தொழில் நுட்பம் (pipe line technology) நன்கு நிலை நிறுத்தப் பட்டதாகும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் பல நூறு ஆயிரம் கி.மீ. நடுமையக் குழாய்கள்(trunk lines)நிறுவப்பட்டுச் செயல்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இந்தக் குழாய் வழிகள் 23 பத்தாயிரம் கோடி (டிரில்லியன்) பரு மீ. வளிமத்தினைக் கொண்டு செல்கின்றன. குழாய் வழிகள் 120 செ. மீ. விட்டத்தைக் கொண்டும் 900 முதல் 1600 கி. மீ. வரை நீளத்தைக் கொண்டும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. குழாய் அழுத்தங்கள் 40 முதல் 55 kscm கொண்டுள்ளன. இவ்வழுததம் 65 kscm வரையளவில் கூடச் செல்லும். ஓர் எடுத்துக்காட்டாக 90 செ. மீ. விட்டமுள்ள குழாய் வழியில் ஒரு மணிக்கு 37500 மில்லியன் பி. வெ. அலகுக்குச் சமமான வளிம எரிபொருள் (gaseous fuel) செல்கிறது என்பதைக் காணலாம். இதற்குச் சமமான மின்திறன் 11,000 மெகாவாட்டுகளாகும். இது ஒற்றைச் சுற்றுவழியில் (single circuit) தலைக்கு மேலுள்ள மின்திறனைச் செலுத்தும் 500 கிலோ வோல்ட் மேனிலைமின்தொழில் (over head transmission line) செல்லும் மின்திறன் போன்று 10 மடங்கு பெரியதாகும்.

தூய ஹைடிரஜனைக் குழாய் வழியில் செலுத்தும் முறையில் கிடைக்கும் அளவு கணிசமாக இல்லாதபோதிலும் மின்செலுத்தச் செலவுடன் (electric transmission costs) ஒப்பிடும்போது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாக உள்ளது. ஹைடிரஜனுக்கான குழாய் வழிச் செலுத்தும் செலவுகள் இயற்கை வளிமத்தைக் காட்டிலும் 30% முதல் 50% வரை கூடுதலாகும் என்பது ஓர் ஆய்வால் தெரிய வருகிறது. இப்போதுள்ள இயற்கை வளிமத்துக்கான குழாய் வழியினை ஹைடிரஜனுக்காக மாற்றும் அமுக்கியின் கொள்ளளவுக் கூறினை (capacity) 3.8 இற்கு உயர்த்த வேண்டி உள்ளது. மேலும் இவ்வமுக்கியின் குதிரைத் திறன் (horse power) கொள்ளளவை 5.5 ஆக உயர்த்த வேண்டியுள்ளது.

ஹைடிரஜனைச் செலுத்தும் செலவுகள் மொத்த அமைப்புச் செலவில் ஒரு பகுதியே ஆகும். முதலாவதாக ஏற்படும் ஹைடிரஜன் ஆக்கத்திற்கான செலவுகளும் ஹைடிரஜனை மின்சாரமாக மாற்றும் செலவுகளும், மிகவும் உயர்ந்த அளவில் அமையும்போது, ஹைடிரஜன் திறனைக் குழாய் வழியாகச் செலுத்துவதனால் உண்டாகும் செலவு மிச்சத்தை, ஆய்வளவில் மட்டும் அறிவது போதுமானதாகும்.

ஹைடிரஜன் மூலங்கள். பல ஆண்டுகளாக இயற்கை வளிமம் ஹைடிரஜனின் மூலமாக இருந்தது. வேதியியல் தேவைகளை மட்டும் கருத்தில் கொண்டு பொருளாதாரக் கூறுகள் சாதகமாய் அமைய வேண்டுமாயின் இயற்கை வளிமம் நம் தேவையை நன்கு நிறைவு செய்யும். மொத்த ஆற்றல் தேக்கத்தைக் (total energy conservation) கருத்தில் கொண்டு புதைபடிவு எரிபொருள் மூலங்களைத் (fossil fuel sources) தேக்குதற்குரிய வழியாக ஹைடிரஜனைக் கருதினால், செலவு குறைந்த, ஹைடிரஜன் அடங்கிய மூலப்பொருளாக உதவுவது நீர் ஒன்று தான். ஹைடிரோக் கார்பன்கள் இயற்கையாகக் கிடைக்காத இடங்களில் நீரினை மின்னாற்பகுப்புச் செய்யும் பெரிய அமைப்புகளை நிறுவலாம், குறைந்த மின் ஆக்கச் செலவுள்ள இடங்களில் அவற்றை அமைக்க வேண்டும்.

நீரினை மின்னாற்பகுப்புச் செய்யும் முறையுடன் ஹைடிரஜனை வெப்ப வேதியியல் முறையில் நீரிலிருந்தும் பிரிப்பதும் (thermo chemical splitting) முதன்மையாகக் கருதப்படுகிறது. சிலவகையான அணுக்கரு உலைகளிலிருந்து (nucleara rectiors) வீணாகச் செல்லும் வெப்பமும் அதன் உயர் வெப்ப நிலையும் வேதிவினைகள் புரிந்து (chemical reactions) நீரிலிருந்து ஹைடிரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் பிரித்து விடுவிக்கும் ஆய்வுகள் இன்னும் ஆராய்ச்சி நிலையிலேயே உள்ளன. பிணைப்பு உலையிலுள்ள (fusion reactor) பிளாஸ்மாவிலிருந்து கிடைக்கும் கீழ்ப்புற ஊதாக் கதிர்வீச்சினைப் (ultra violet radiation) பயன்படுத்தி நீராவியினை நேரடியான ஒளிப்பகுப்பு முறையில் (direct photolysis) பிரிப்பதும், மேலும் சிலவகை ஆல்காக்களைப் (algas)

பயன்படுத்தி அவற்றை ஒளியினால் கிளர்ச்சியூட்டி உயிர் வேதியியல் வினைத் தொடர்களினால் ஹைடிரஜன் அயனிகளை (hydrogen ions) ஹைடிரஜன் வளிமமாக மாற்றம் செய்வதும் மேற்குறித்த கருத்துக்களில் அடங்கும்.

மின்னாற்பகுப்பு முறை. பல்லாண்டுகளாகப் பெற்ற அனுபவத்தினால் மின்பகுப்புமுறை தொழில் நுட்பத் துறையில் முதன்மையான இடத்தைப் பெறுகிறது. கருத்தளவில் எளிதாகத் தோன்றினாலும் மின்பகுப்பு முறை செலவு மிக்கதாய் உள்ளது. எனவே நீரினைப் பிரித்திடும் ஆய்வு முயற்சிகளுக்கு அதிக ஊக்கம் அளிக்கப்பட்டு வருகினறது. எனினும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட புதிய கண்டுபிடிப்புகள் உருவாகும் வரை ஹைடிரஜன் ஆக்கம் மின்பகுப்பு முறையிலேயே அமைந்திருக்கும்.

500 பரும அடி ஹைடிரஜனை ஒரு நாளில் ஆக்குவதற்கு 5 கிலோ வாட்டுகள் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தும் மின்னாற்பகுப்பிகள் முதற்கொண்டு 40 மில்லியன் பருமஅடி ஹைடிரஜனை ஆக்குவதற்கு 240,000 கிலோ வாட்டுகள் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலை மின்னாற்பகுப்பிகள் (industrial electrolyzers) வரை 1974 ஆம் ஆண்டில் இருந்தன. மிகவும் சாதாரண அமைப்புகள் 1000 முதல் 50,000 பருமீட்டி ஹைடிரஜனை ஒரு நாளைகுப் பிரிக்கும். மின்னாற்பகுப்பிக்கான அமைப்புகள் இரு கூறுகளைப் பொதுவாகச் சார்ந்துள்ளன. அவை, நீர்மின் நிலைய அமைப்புகளில் குறைந்த செலவில் மின்சாரம் கிடைப்பதற்கான வாய்ப்பு, ஹைடிரஜன் ஆக்கத்தில் உடன் கிடைக்கும் ஆக்சிஜனின் பயன்பாடு ஆகியன. தொழிற்சாலை மின்னாற்பகுப்பிகள் 60% முதல் 70% வரை திறமையுடன் இயங்குகின்றன. சில உயர் அழுத்த முன்னோடி மாதிரிக் கருவிகள் 85% அளவையும் அடைந்துள்ளன. கருத்தளவில் மின்னாற்பகுப்பிகள், சுற்றுப்புற வெப்பத்தை (ambient heat) உட்கொண்டு அவ்வாற்றலைப் பயன்படுத்தி ஹைடிரஜனை உற்பத்தி செய்தால் 120% அளவு உயரும் மின் திறமையை (electrical efficiency) அடையலாம்.

மேம்பட்ட மின்பகுப்புக் கருவிக்கான நடைமுறைக் குறியிலக்கு (practical target) 100% அளவையடதாகவே அமைகின்றது. மின்னாற்பகுப்பு முறையில் ஆக்கப்பட்ட ஹைடிரஜன் 35 விழுக்காட்டுக்கும் 45 விழுக்காட்டுக்கும் இடைப்பட்ட மின்திறன் ஆக்க இயங்குதிறனுக்கு உட்பட்டே ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. மின்சாரத்திலிருந்து ஹைடிரஜனுக்கும் பின்னா ஹைடிரஜனிலிருந்து மின்சாரத்திற்குமாக மாற்றிடும் திறைமை (conversion efficiency) அளவு கிட்டத்தட்ட 32% அளவு என ஒரு மதிப்பீட்டிலிருந்து அறிகின்றோம். நீரிலிருந்து ஹைடிரஜனைப் பெறுவதற்கு வேண்டிய திறன் 1000 பருமன் அடி ஹைடிரஜன் வளிமத்துக்கு 79 கிலோவாட்டுகள் ஆகும். வணிக அளவில் பெரிதாக இயங்கிடும் மின்பகுப்புக் கருவி கேமின்கோ நிறுவனத்தினால் உருவாக்கப்பட்டது. இது அம்மோனியாத் தொகுப்பிற்குப் (amonia synthesis) பயன்படுத்துவதற்காக ஒரு நாளைக்கு 36 டன்கள் ஹைடிரஜன் வளிமத்தைத் தோற்றுவிக்கும் 90 மெகாவாட் அமைப்பாகும். மற்ற பெரிய நிலையங்கள் நார்வேயிலும் எகிப்திலும் நிறுவப்பட்டுள்ளன.

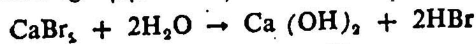
இரண்டு முக்கிய வகைகளான, வணிக அளவில் பயன்படுத்தப்படும் மின் பகுப்புக் கருவிகளாவன ஒரு துருவ மின்முனைகளைக் கொண்ட தொட்டி மின்கலங்கள் இவற்றில் நுண்துளைகள் கொண்ட தகடுகள் ஒன்றுவிட்டு ஒன்றாக அமைந்த எதிர் மின்முனைகளையும் நேர்மின் முனைகளையும் வளிமம் கலந்திடுவதிலிருந்து தடுக்கின்றன, தேவையான மின் அழுத்தத்தைக் கிட்டத்தட்ட 2 வோல்ட் அளவில் வைக்கவும், உயர் மின் அடர்த்தியை அனுமதிக்கவும், நேர்மின் முனையும் எதிர்மின்முனையும் இணையாகச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வமைப்பிற்கு அதிக இடம் தேவைப்படும். இரு துருவ மின் முனைகள் (bipolar electrodes) இவை தொடராக இணைக்கப்பட்டு (connected in series) மேலும் தக்கவாறு காப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு புறத்தில் எதிர்மின்முனைகளும் மறுபுறத்தில் நேர் மின்முனைகளுமாக இதில் அமைந்துள்ளன. இவ்வகையான அமைப்பிற்கு அதிக இடம் தேவையில்லை. ஆனால் இவ்வமைப்பு மிகச் சிக்கலாகவும் உயர் மின் அழுத்தம் (high voltage) வேண்டுவதாகவும் உள்ளது. உயர் அழுத்தத்தினால் கூடுதல் திறமையைப் பெறலாம். இக்கருத்து, பல்லாண்டுகளாக உருவாக்கபட்டு வந்துள்ளது. வணிக நோக்குடைய மின்னாற்பகுப்புக் கருவி ஒன்று (லூர்கி) 30 வளிமண்டல அழுத்தத்திலும் 90° செ. வெப்ப நிலையிலும் 217 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தில் 300 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தில் செயல்படுகின்றது. 1960இன நடுவில் நுண்துளைகள் கொண்ட நிக்கல் மின்முனைகளைக் கொண்ட இருதுருவ மின் கலங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இவை ஒரு சதுர அடிக்கு 800 முதல் 1600 ஆம்பியர் அளவு மின் அடர்த்தியில் இயங்கின. தற்போதுள்ள வணிக நடைமுறையில் மின் அடர்த்தி 200 ஆம்பியர்கள் / சதுர அடி ஆகும். 800 ஆம்பியர்கள் / சதுர அடி மின் அடர்த்தியில் இயங்கியும் ஒரு மணிக்கு 2000 கி.கி. ஹைடிரஜனை ஆக்கும் தொகுதியின் விலை 1972 இல் 5.5 மில்லியன் என மதிப்பிடப்பட்டது. (அமெரிக்க டாலர் = ரூ.12.00). ஆனால் மின் அடர்த்தியினை 1600 ஆம்பியர்கள் / சதுர அடி அளவிற்கு உயர்த்தும் போது இதற்காக ஆகும் செலவு கிட்டத்தட்ட 4.5 மில்லியன் ஆகும் என்றும் மதிப்பிடப்பட்டது. மேற்கூறப்பட்ட இவ்விரு

வகை அமைப்புகளை இயக்கும் செலவுகள் முறையே 1.6 மில்லியன் மற்றும் 1.8 மில்லியன் என மதிப்பிடப்பட்டன.

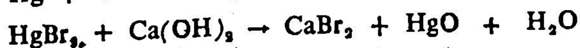
1960 ஆம் ஆண்டின் நடுவில் மின்சார உயர் வெப்பநிலை ஆவிநிலை மின்பகுப்பு (electric high temperature vapour phase electrolysis) முறை உருவாக்கப்பட்டன. இம்முறையில் திண்ம நிலை மின் பகுபொருளாக (electrolyte) நுண்துளைகள் கொண்ட சிர்க்கோனியா பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இயங்கிடும் வெப்பநிலை அளவுகள் 500 முதல் 800° செ. வரை ஆகும். இதைவிட மேம்பட்ட அமைப்பு உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றது. இம்முறையில் துணை விளைபொருளான ஆக்சிஜனைப் (by-product oxygen பயன்படுத்தி ஹைடிரஜன் மட்டும் ஆக்கப்படுகின்றது. மின்பகுப்புக் கருவியின் மேம்பட்ட வடிவமைப்புகளில் மேலான மின்முனைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. மேம்பட்ட மின்முனைகளின் மூலம் மின்பகுப்பு ஹைடிரஜனுடைய செலவினை 20% முதல் 25% வரை குறைத்திடலாம்.

வெப்ப வேதியியல் முறையில் பிரித்தல் (thermo chemical splitting). இதற்குரிய முதன்மையான நோக்கம் யாதெனில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தொடர்ந்த வேதியியல் வினைகளின் (series of chemical reactions) வழியாக நீரிலிருந்து ஹைடிரஜனையும், ஆக்சிஜனையும் நிறைவளிக்கும் வகையில் பிரிப்பதாகும். ஜெர்மன் கூட்டுக் குடியரசிலுள்ள (nederal republic of germany) ஜிலிச் அணுக்கரு ஆய்வுமையத்தில் (nuclear research centre julich) பெரிய அளவிலான பணிகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன. இங்கு கந்தகம், குளோரின் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வெப்ப வேதியியல் சுழற்சி முறையில் (thermo chemical cycles) அதிகக் கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. குறைந்தது 56 வேதியியல் தனிமங்களுடனும் எதிர்ப்படும் பிரச்சினை யாதெனில் ஒன்று அல்லது இரண்டாவது தொடர்வினையைச் செய்ய அதிக ஆற்றல் தேவைப்படுவதாகும்; மேலும் மறு ஆக்கம் செய்யக்கூடாத நிலைத்த சேர்மங்கள் உண்டாக்கும் வினைகள் தோன்றுவதும் ஆகும்.

இதில் தோன்றும் வினைகள் வெப்ப மூலத்திற்காக அணுக்கரு உலையைச் சார்ந்து இருக்கும்; அவை நடைமுறை சார்ந்த இயங்கக் கூடிய பிணைப்பு உலை வெளிப்படுவதற்காகக் காத்திருக்க வேண்டியதில்லை.


$$CaBr_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HBr$$


$$Hg + 2HBr \rightarrow HgBr_2 + H_2$$


$$HgBr_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaBr_2 + HgO + H_2O$$


$$HgO \rightarrow Hg + \frac{1}{2} O_2$$

இவ்வரிசை முறையமையும் வினையின் குறைபாடு யாதெனில் உயர்ந்த அரிக்கும் ஹைடிரஜன் புரோமைடினுடைய (corrosive hydrogen bromide) பயன்பாடேயாகும். இத்திட்டத்தில் பாதரசம் மிகவும் அதிகமாகத் தேவைப்படுகின்றது. வெப்ப வேதியியல் முறையில் ஹைடிரஜனைப் பிரிப்பதற்கான கட்டுமானத்திற்குத் தகுதியுடைய பொருள்கள் கிடைப்பது குறைவு ஆகையால் ஆய்வாளர்கள் பெரிதும் கவலை கொண்டுள்ளனர். அணுக்கருப் பகுதிக்கும் (nuclear side) வேதியியற் பகுதிக்கும் (chemical side) இடையிலுள்ள வெப்பப் பரிமாற்றிகள் (heat exchangers) கரித்தலையும் (corrosion) கதிரியக்க மாசுறுதலையும் (radio active contamination) தாங்கும் வன்மை பெற்றிருக்க வேண்டும். வழக்கமான நிக்கல்-குரோமியம் உலோகக் கலப்புகள் (alloys) 1050 செ. வரை தாங்கக் கூடியவை வேற்றுநாட்டிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட உலோகக் கலப்புகள் 1400 செ. வரை தாங்கக் கூடியவையாகும். இவ்வெப்ப நிலைகட்கு மேலாகச் செல்லும்போது வெண்களியாற் செய்யப்பட்ட பொருள்களையும் (ceramics) புதிய வகையிலான உலோகக் கலவைகளையும் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும். அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டிலுள்ள லாஸ் ஆலெமாசில் பெரிய அளவில் இவ்வாய்வுகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

ஹைடிரஜன் பயன்பாடுகள். எரிபொருள் பொருளாதாரத்தில் மிக்க அளவில் கவனம் செலுத்துதற்கு முன்பும், இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்பும் ஹைடிரஜனின் தேவை ஆண்டிற்கு 15% வீதத்தில் வளர்ந்தது. 1970 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டில் 3 டிரில்லியன் பருமன் அடி ஹைடிரஜன் (8 மில்லியன் டன்கள்) தோற்றுவிக்கப்பட்டது. 2000 ஆண்டு முதற்கொண்டு திறன் சாராத பயன்பாடுகளில் ஹைடிரஜனுடைய வேதியியல் தேவையளவு ஆண்டொன்றிற்கு 7% உயரும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. ஹைடிரஜன் பின்வரும் காரியங்களுக்குத் தேவைப்படுகிறது. அவை, பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்குதல் (petroleum refining), நெகிழிகள் (plastics) தயாரித்தல், எரி எண்ணெய்களின் கந்தக நீக்கம் (desulfurization of fuel oils) இரும்புத் தாதினைத் தூய்மை செய்தல் (iron ore reduction), வான வூர்திகளிலும் விண்கலங்களிலும் பயன்படுதல் (aerospace uses), ஹைடிரஜன்/காற்று எரிபொருள் மின்கலங்களிலும் (hydrogen/air fuel cells) நெகிழுந் தன்மையுடைய அணுத்திரள் பொருள்களிலும் (elastomers) பயன்படுதல் என்பனவாகும். அமோனியா ஆக்கத்தில் (ammonia production) ஹைடிரஜன் 42% அளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்குதலில் (petroleum refining) 38% அளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உலோகத் தொழிலியல் முறைகளிலும், உணவினைப் பதப்படுத்தும் தொழிலிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வழக்கத்தில் இல்லாத எரிபொருள்களுக்கான புதிய முறைகள் வளர வளர ஹைடிரஜனின் தேவை கீழ்க்காணுமாறு மதிப்பிடப்படுகின்றது. நிலக்கரியிலிருந்து கூட்டிணைப்பு

முறையில் உருவாக்கப் பெறும் பண்படா எண்ணெயை (synthetic crude oil) உற்பத்தி செய்யும் தொழிலில் ஒரு பீப்பாய் (barrel) எண்ணெய்க்கு 650 பரு மீ அளவு ஹைடிரஜன் தேவைப்படும். எண்ணெய்க்களிப் பாறையிலிருந்து (shale) ஒரு பீப்பாய் எண்ணெய் பெற 130 பரு மீட்டர் ஹைடிரஜன் தேவைப்படும். நிலக்கரி வளிமமாக்கத்தில் உண்டாக்கப்பட்டுக் குழாய் வழியாகச் செலுத்தப்படும் தொகுப்பு முறையில் உருவாக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு 1000 பருமன் அடி வளிமத்திற்கும் 150 பரு மீ ஹைடிரஜன் தேவைப்படும். பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்குதலில் (petroleum refining) ஒரு பீப்பாய் அளவு இயற்கை நில எண்ணெய் (crude) தூய்மையாக்குவதற்கு 61 பரு மீட்டர் ஹைடிரஜன் தேவை என அளவிடப்படுகின்றது. இரும்புத் தாதினை நேரடியாக உருமாற்றம் செய்யும்போது ஒரு டன் அளவு இரும்பிற்கு ஹைடிரஜனின் பயன்பாடு 2000 பரு மீட்டர் அளவிற்கு உயரும் எனவும் எதிர்பார்க்கப் படுகின்றது. மற்ற வகையான ஹைடிரஜன் மூலங்கள் (hydrogen sources) கிடைக்காதபோது தேவையான ஹைடிரஜனை இயற்கை வளிம மொத்த ஆக்க அளவில் (natural gas production) கிட்டத்தட்ட 10% இயற்கை வளிமத்தைப் பயன்படுத்திப் பெறலாம்.

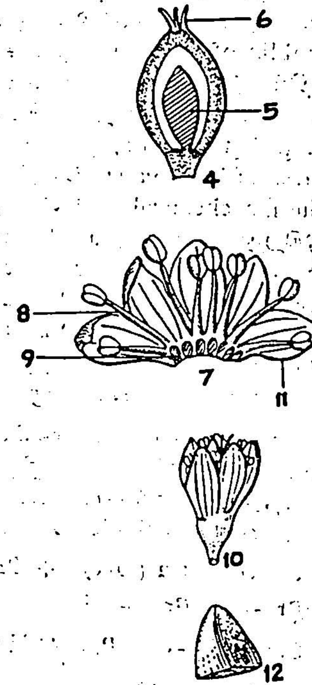
ஜே. சு.

ஆற்றலரி

சிவப்புக் கும்போடாலி என்ற மறு பெயரும் இதற்கு உண்டு. இது ஒரு பூவிதழ் வட்டமுடைய இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான போலிகோனேசியைச் (*polygonaceae*) சார்ந்தது. தாவரவியலில் இதற்கு பெர்சிக்கேரியா கிளேப்ரா (*persicaria glabra*) (willd.) gonez. = *polygonum - glabrum* (wlld) என்று பெயர். இது குளக்கரை, ஆற்றங்கரை ஓரங்களிலும் ஈர நிலப்பகுதிகளிலும் களைச்செடியாக வளர்கின்றது. சமவெளிகளிலும், 2,000 மீ. உயரம் வரை உள்ளப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது பெரும்பாலும் ஓராண்டு அல்லது ஒரு பருவம் வாழக் கூடிய குறுஞ்செடி annual herb) ஆகும். தண்டுகள் பருத்த கணுக்களைக் (swollen nodes) கொண்டவை. இதன் மற்றொரு தனிப்பண்பு உறை இலையடிச் சிதலைப் (ochreate stipules) பெற்றிருப்பதாகும். இதன் இலைகள் ஈட்டி வடிவானவை; மாற்று இலை அமைவு கொண்டவை; இலை விளிம்பு முழுமையானது வெளிர் சிவப்புப் பூக்கள் கதிர்வகை (raceme) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும்; மிகச் சிறியவை, இருபாலானவை. ஆரச்சமச்சீரானவை. தண்டுகளின் நுனிப் பகுதிகளிலோ, இலைக்கோணங்களிலோ மசஞ்ரி





ஆற்றலரி

1. மிலார் 2. உறை இலையடிச்சிதல் 3. மஞ்சரி 4. சூற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 5. சூல் 6. சூலகத்தண்டு 7. பூவின் விரிப்புத் தோற்றத் 8. மகரந்தத்தாள் 9. சுரப்பிகள் 10. பூ 11. பூவிதழ் 12. விதை

காணப்படும். பூவடிச் சிதலும் (bract) பூக்காமபுச் சிதலும் (bracteole) சவ்வு போன்றவை (membranous). பூ இதழ்கள் 5. மகரந்தத் தாள்கள் 5. சூல்பை மூன்று சூலக இலைகளைக் (carpels) கொண்டது. மேல்மட்டத்திலமைந்தது; ஓர் அறை கொண்டது, நேரான (orthotropous) ஒரு சூல் கொண்டது. சூல் அடித்தளச் சூல் அமைவுடன் (basal placentation) இருக்கும். இதன் சூலகத்தண்டு 3. கனி சிறிய கொட்டை வகையைச் சார்ந்தது.விதை கருமையாகப் பளபளப்புடன் நிலைத்த பூவிதழ்வட்டத்தினால் சூழப்பட்டது.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இச்செடியின் இளந்தண்டு களும், வேர்களும் மற்ற காய்கறிகளுடன் சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன. செடியின் சாறு வேறுசில பொருள்களுடன் கலந்து சளிக்காய்ச்சலைக் (pneumonia) குணப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றது. இலை களின் சாறு காய்ச்சலைத் தணிப்பதற்கு மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. வேர்கள் மூல வியாதி களுக்கும் (piles), மஞ்சள் காமாலை (jaundice), பலவீனம் ஆகியவற்றிற்கும் மருந்தாகக் கொடுக்கப் படுகின்றன. இது நுண்ணுயிர்க்கொல்லியாகப் பயன் படுகின்றது.

தி. பாலகுமார்

நூலோதி

1. Fischer. C.E.C., Gamble's Fl. Pres. Madras, Adlard & Son, Ltd., London, 1925.
2. Kent, J. J., Repertory of the Homoeopathic Materia Medica, Ehrhort & Karl., Chicago, 1935.
3. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆற்றலும் வேலையும்

எவ்வேலைக்கும் ஆற்றல் தேவை. ஆற்றல் பல வகை களில் கிடைக்கிறது. நாம் உண்ணும் உணவு வேலை செய்ய நமக்கு ஆற்றல் அளிக்கிறது. உணவு செரிக் கப்படுவதால் கிடைக்கும ஆற்றல் வேதியியல் ஆற்ற லாகும். விறகு, நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கை வளி மம் முதலியன எரியும்போது அவற்றில் அடங்கிய வேதியியல் ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாகக் (heat energy) கிடைக்கிறது. வெப்ப ஆற்றலைக் கொண்டு நீராவி யைப் பெறலாம். நீராவியைக் கொண்டு பல வகை யான எந்திரங்களை இயக்கலாம். புகைவண்டியைச் செலுத்துவதும், மின்நிலையங்களில் உள்ள சுழலி களை இயக்குவதும் இந்த நீராவியே. மின் நிலையங் களில் நீராவியைக் கொண்டு மின் ஆற்றல் (electric energy) பெறப்படுகின்றது. நீர்வீழ்ச்சிகளின் மேல்மட்டத்தில் உள்ள நீரை அணைக்கட்டு களில் தேக்கி மின் ஆற்றலைப் பெறுகிறோம். இங்கு நீரின் நிலையாற்றல் மின்னாற்றலாக மாற்றப்படு கின்றது. மின்னாற்றலைக் கொண்டு மின்சாரத்தால் இயங்கும் பொறிகளை இயக்கிப் பல வேலைகளைச் செய்ய முடியும். வீடுகளிலும், தொழிற் சாலைகளி லும் மின்சாரம் ஆற்றிடும் வேலைகள் கணக்கில டங்கா. ஒரு பொருள் தன் இயக்கத்தால் பெறும் ஆற்றலை இயக்க ஆற்றல் (kinetic energy) என்பர். ஆற்றலை ஒலியாகவும் (sound) ஒளியாகவும் (light) பெறலாம். பொருள்களில் அவற்றின் பொருண்மைக்கு (mass) ஈடான ஆற்றல் உறைந்துள்ளது என்பது நிறுவப்பட்டுள்ளது. அணுக்கருப் பிளப்பு (nuclear fission) ஏற்படும்போது ஆற்றல் வெளிப்படுவதால் அதனை அணுக்கரு ஆற்றல் (nuclear energy) என் பர். அணுக்கரு உலைகளில் (nulear recctor) கிடைக் கும் அணுக்கரு ஆற்றலைக் கொண்டு மின்னாற்றல் பெறப்படுகிறது.

ஒரு விசையின் (force) தாக்கத்தால் ஒரு பொரு ளுக்கு இடப்பெயர்ச்சி (displacement) ஏற்படின், விசை யின் அளவு மற்றும் விசையின் திசையில் அப்பொரு ளின் இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை அவ்விசையால் செய்யப்பட்ட வேலை எனப் படும். வேலையின் அலகு (unit) ஜூல் (joule) ஆகும். ஒரு நியூட்டன் (newton) அளவு விசை தன்னுடைய திசையில் ஒரு பொருளை ஒரு மீட்டர் தொலைவு நகர்த்துவதால் நிகழும் வேலையே ஒரு ஜூல் ஆகும். எர்க் (erg), பவுண்டல், (poundal), பவுண்டு-எடை (pound-weight) முதலியன வேலையின் வேறு சில அலகுகளாகும். எவ்வித வேலைக்கும் ஆற்றல் தேவை யானதால், ஆற்றலை அதனால் அடையும் வேலை யைக் கொண்டு அளவிடலாம். செய்ய இயலும் வேலையின் மொத்த மதிப்பு ஆற்றலாகக் கொள்ளப் படுகின்றது.

பொருளின் இயக்க ஆற்றல் அதன் நிறையையும் அதன் வேகத்தையும் பொறுத்தது. m கிலோகிராம் பொருண்மையுள்ள பொருள் நொடிக்கு v மீட்டர் வேகத்தில் நகர்ந்து கொண்டிருந்தால் அதன் இயக்க ஆற்றல் $\frac{1}{2}mv^2$ ஜூல் ஆகும். இது போல m கிலோ கிராம் பொருண்மை யுள்ள பொருள் h மீட்டர் உயரத்திலிருப்பின் அதன் நிலை ஆற்றல் mgh ஜூல் அதிகரிக்கின்றது. இங்கு g புவி ஈர்ப்பு முடுக்கமாகும் (acceleration due to gravity). இயக்க ஆற்றலையும் நிலை ஆற்றலையும் எந்திர ஆற்றல் (mechanical energy) என்றும் கூறுவர்.

19 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம் வரை வெப் பம் ஒரு பாய்மப் பொருளாகக்(fluid) கருதப்பட்டது. ரம்ஃபோர்டு (rumford), ஜூல் முதலியவர்கள் தங்க ளின் ஆய்வுகளால் வெப்பம் ஒரு வகை ஆற்றல் என் பதையும், வெப்பத்தை எந்திர ஆற்றலாகவோ இயந்திர ஆற்றலை வெப்பமாகவோ மாற்ற முடியும்.

என்பதையும் காட்டினார்கள். குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பத்தைக் கொண்டு குறிப்பிட்ட அளவு இயந்திர ஆற்றல் அல்லது செயலைத்தான் அடைய முடியும் என்பதையும் அவர்கள் நிறுவினார்கள். இதையே வெப்ப இயங்கியலின் முதல் விதி (first law of thermodynamics) என்பர். வெப்பத்தை அளவிடக் கலோரி (calorice) என்ற அலகு உண்டு. ஒரு கலோரி வெப்பத்தைக் கொண்டு 4.18 ஜூல் எந்திர ஆற்றல் அல்லது வேலையை அடையலாம். அந்த எண்ணை வெப்பத்தின் எந்திரச் சமன் (mechanical of equivalent heat) என்பர். தற்போது வழக்கத்திலுள்ள அனைத்து நாட்டு அலகுத் திட்டத் தின்படி (S.I. system of units) வெப்பம் ஜூல் அலகி லேயே அளவிடப்படுகிறது.

மின்சாதனம் ஒன்றில் E வோல்ட் (volt) மின் அழுத்தத்தில் I ஆம்பியர் (ampere) மின்னோட்டம் பாய்ந்து கொண்டிருக்க ஒரு நொடிக்கு EI ஜூல் ஆற்றல் தேவை. ஒரு நொடிக்கு ஒரு ஜூல் என்ற அளவை ஒரு வாட் (watt) என்று அழைக்கிறோம். ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் ஓர் ஆம்பியர் மின் னோட்டம் ஒரு மணி நேரம் பாயத் தேவையான மின்னாற்றல் ஒரு வாட்மணியாகும். (watt hour), ஆயிரம் வாடமணியை ஒரு கிலோவாட்மணி (kilowatt-hour. kwh) என்பர். இதையே மின் துறை யினர் ஓர் அலகு (unit) என்று குறிப்பிடுகின்றனர். இதன் படி 1000 வாட் (1 கிலோ வாட்) மின் கருவி ஒரு மணி நேரம் செயல்படத் தேவையான மின் ஆற்றல் ஒரு மின்னலகு. அதே போல் 250 வாட் கருவி நான்குமணி நேரம் செயல்பட்டாலும். 100 வாட் கருவி பத்து மணி நேரம் செயல்பட்டாலும் தேவையான மின்னாற்றல் ஓரலகே.

ஆற்றலை அழிக்கவோ ஆக்கவோ முடியாது. இதையே ஆற்றல் அழியாமை விதி (law of conservation of energy) என்பர். ஒரு வகை ஆற்றலை வேறுவகை ஆற்றலாக மாற்றலாம். m கிலோ நிறையான பொருள் E (=mc^2) ஜூல் ஆற்றலுக்கு ஈடாகும் என்பதை ஐன்ஸ்டைன் காட்டினார். இங்கு c ஒளியின் வேகத்தைக் குறிக்கும் (c= வினாடிக்கு 3 இலட்சம் கிலோ மீட்டர்). எனவே பொருள் ஆற்ற லாக அல்லது அற்றல் பொருளாக மாறும் வினை களில் வினைக்கு முன்பும் பின்பும் மொத்த ஆற்ற லைக் கணக்கிடும்போது பொருள்களின் நிறைக்கு ஈடான ஆற்றலையும் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். அணுக்கரு, அடிப்படைத்துகள் (elementary particles) இவற்றின் நிறைய ஆற்றலின் ஓர் அலகான எலக்ட் ரான் வோல்டில் (electron volt) குறிப்பிடுகின்றனர். ஒரு வோல்ட் மின் அழுத்தத்தில் தனி எலக்ட்ரான் பெறும் இயக்க ஆற்றல் ஓர் எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும். எலக்ட்ரான் நிறை 9.11×10^{-31} கிலோ கிராம்.இது 0.511 மெகா (பத்து இலட்சம்) எலக்ட் ரான் வோல்ட் ஆற்றலுக்குச் சமம். ஓர் எலக்ட்ரான் வோல்ட் 1.6×10^{-19} ஜூலுக்குச் சமம்.

மனிதன் தன்னுடைய அன்றாடச் செயல்களுக் குத் தேவையான ஆற்றலின் பெரும்பகுதியைச் சூரியனிடமிருந்து பெறுகிறான்.உணவு உற்பத்திக்குச் சூரிய ஒளி தேவை. நாம் பயன்படுத்தும், மின் னாற்றலில் ஒரு பகுதியை அளிக்கும் நீர் வீழ்ச்சி ஆற்று நீர் இவற்றிற்கு மழை தேவை. சூரியனிடமி ருந்து கிடைக்கும் வெப்பம் மழைக்கும் இன்றியமை யாத காரணமாய் உள்ளது. தற்போது நம்முடைய தேவைக்கான ஆற்றலின் பெரும் பகுதி பூமியின் அடியிலிருந்து கிடைக்கும் நிலக்கரி, எண்ணெய், எரி வளிமம் முதலியவைகளால் கிடைக்கின்றது. இந்த எரி பொருள்கள் பூமியில் ஓர் அளவுதான் இருக்க முடியும். எனவே எதிர்காலத்தில் அவை தீர்ந்து போய்விடக் கூடிய இடர் உள்ளது. மேலும் அந்த எரிபொருள்கள் எரிவதனால் உண்டாகும் வளிமங்க ளால் பூமியைச் சுற்றியுள்ள வளி மண்டலத்தின் தூய்மை கெடுவதால் உயிரினங்களுக்குத் தீங்கு ஏற்படுகிறது என்றும் கண்டுள்ளனர். எனவே நிலக் கரி, எண்ணெய் போன்ற எரிபொருள்கள் நமக்கு நீண்ட நாள்கள் கிடைக்கவும், அவற்றை எரிப்பதால் உண்டாகும் கேடுகளை ஓரளவு குறைக்கவும் நம் முடைய ஆற்றல் தேவைகளுக்கு அந்த எரிபொருள் களைப் பயன்படுத்துவதைக் குறைத்துக் கொள்வதும் மிகவும் வேண்டப்படுவதாகும்.

அணுக்கரு உலைகளைக் கொண்டு இன்றைக்கு ஓரளவு ஆற்றலைப் பெற்று வருகின்றோம். அவ் வுலைகளில் யுரேனியம் (uranium) என்ற தனிமம் (element) எரிபொருளாகப் பயன்படுததப்படுகின்றது. யுரேனியமும் பூமியில் ஓரளவுதான் உள்ளது. அத னால் செயல்படும்போதே அணு எரிபொருளை உற் பத்தி செய்ய வல்ல ஈனுலைகள் (breeder reactor) கட்டுப்படுத்தப்பட்டுச் செயல்படுத்தப்பட்டு வருகின் றன. அணுக்கரு உலைகள் அமைப்பதில் உள்ள தீங்கு களைத் தவிர்க்கவும், அவற்றிலிருந்து வெளிவரும் கதிரியக்கங்களிலிருந்து (radiation) சுற்றுப்புறங் களைக்காக்கவும் பேரளவு கவனம் தேவை. பொது வாக இவ்வுலைகளை அமைப்பதற்கு அதிக அளவு முதலீடு தேவைப்படுகிறது.

சூரிய ஒளியைக் கொண்டு நேராக மின்னாற்றல் பெறுதல், சூரிய வெப்பத்தைக் கொண்டு மற்ற எரி பொருள்களினால் கிடைக்கும் வெப்பத்தைச் சிக்கனப் படுத்துதல், சூரியன், விண்மீன்கள் ஆகிய வற்றில் கிடைப்பதுபோல்அணுக்கரு இணைப்பினால் (nuclear fusion) ஆற்றல் பெறுதல், கடல் அலை கடல் நீரின் ஓதங்கள் (tides), காற்றின் வேகம் ஆகிய வற்றைக்கொண்டு ஆற்றல் பெறுதல், முதலியவற் றிற்கான ஆய்வுகள் உலகில் பல்வேறு நாடுகளில் நடந்து வருகின்றன. வளர்ந்து வரும் மனித சமு

தாயத்தின் ஆற்றல் தேவையை நிறைவு செய்ய இப்புதிய ஆற்றல் மூலங்கள் பெருந்துணை புரிகின்றன.

வி. சீனிவாசன்

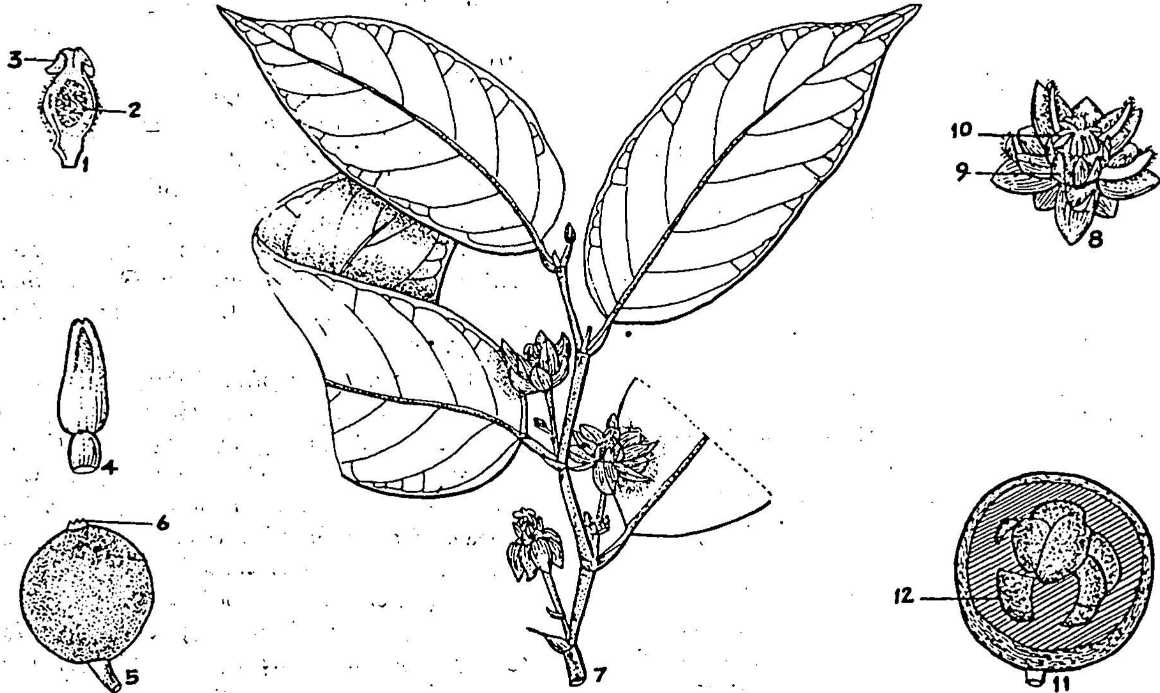
நூலோதி

1. F. Bueche, Understanding the World of Physics, McGraw-Hill International Book Company, New York, 1981.

ஆற்றுச் சங்கலை

இது இருவித்திலைப் பிரிவிலுள்ள அல்லி இணையா ஃபிளக்கோர்த்தியேசி (flacourtiaceae) குடும்பத்திலுள்ளது. முன்பு பிக்சேசி (bixaceae) குடும்பத்தில் வைக்கப்பட்டது. இதற்குத் தாவரவியலில் ஹிட்னோகார்ப்புஸ் ஆல்ப்பீனா (*hydnocarpus alpina Wt.*) என்று பெயர். இதை உதகமண்டலப் பகுதியில் மரத்தட்டி (maratatte) என்று கூறுவர். இது மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைக் காடுகளில் 2,000 மீ. உயரம் வரையிலும், உதகமண்டல மலைகளில் ஈரமுள்ள பள்ளத்தாக்குகளிலும், இலங்கையிலும் காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது 25முதல்35 மீ. வரை உயரத்தையும், ஏறக்குறைய 6 மீ. குறுக்களவையும் பெற்று வளரக் கூடிய ஒருபாலின மரமாகும். இலைகள் மாற்றிலைஅமைவு கொண்டவை, சரிந்த நீள்சதுரமானவை அல்லது ஈட்டிவடிவானவை; வெவ்வேறு வடிவம் கொண்டவை; இளந்தளிர்கள் சிவப்பு நிறத்தையும், முதிர்ந்த இலைகள் அடர்த்தியான பசுமை நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். இலைகள் கேசங்களற்றவை; 10-17.5 × 3.5-6 செ. மீ, அளவுடையவை. பூக்கள் குறைந்த அளவில் கதிர்வகை (raceme) மஞ்சரியில் இலைக்கோணங்களில் அமைந்திருக்கும்; பூக்காம்பும், (pedicel), மஞ்சரிக்காம்பும் (peduncle) உண்டு; மஞ்சரிக் காம்பு தடிப்பாக இருக்கும்; பூக்காம்புகள் 2.5 முதல் 3.5 செ.மீ. வரை நீளமிருக்கும். பூக்கள் ஏறக்குறைய 2.5 செ.மீ. அகலமுடையவை. புல்லி இதழ்கள் 5, சமமானவை; ஒழுங்கற்ற திருகுமுறையில் அமைந்தவை. அல்லி இதழ்கள் 5, பசுமையானவை; கேசங்களுடையவை; ஒவ்வொன்றும் நீள்சதுர ஈட்டி போன்றும், அதன் எதிர்ப்புறத்தில் ஒத்தநீளத்தையுடைய சிதலையும் பெற்றிருக்கும். ஆண்பூக்களில் மகரந்தத்தாள்கள் 5 முதல் 8 வரை இருக்கும்; அவை அல்லி இதழ்களைவிடக் குட்டையானவை; மகரந்தப்பை சிறுநீரக வடிவத்தில் (reniform) இருக்கும்.



ஆற்றுச்சங்கலை

1. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 2. சூல் 3. சூலகமுடி 4. மகரந்தத்தாள் 5. முழுக்கனி 6. நிலைத்த புல்லி வட்டம் 7. மிலார் 8. பெண் பூ 9. மலட்டு மகரந்தத்தாள் 10. பிளவுற்ற சூலம் முடி 11. கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 12 விதை

மலட்டுச் சூலகம் (pistillode) சிலவற்றில் காணப்படுவதுண்டு. பெண் பூக்களில் 5 முதல் 8 வரை நீள்சதுரமான நுனி மழுங்கிய மலட்டு மகரந்தத் தாள்கள் (staminodes) உண்டு. சூற்பை ஓர் அறை கொண்டது; சூல்கள் பலவாக 3 முதல் 6 வரை சுவரொட்டிய சூல் அமைவில் (parietal placentation) காணப்படும். சூலக முடி5 பிளவுகளைக் கொண்டது. கனி பெர்ரி (berry) வகையைச் சார்ந்தது; இது ஆப்பிள் வடிவத்திலும், பழுப்பு நிறக் கேசங்களைப் பெற்றும் இருக்கும். விதைகள் எண்ணற்றவை; வெண்மைநிறச் சேற்றில் (pulp) புதைந்திருக்கும்; விதை உறை கெட்டியானது; முளைசூழ் சதை உண்டு.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் கட்டை வெளிர் பழுப்பு நிறமானது, கடினமானது, வலுவானது, கனமானது, கருநிற வரிகளுடையது, இதைப் பக்குவப்படுத்துவது கடினம். இது கட்டட வேலைகளுக்கு உகந்தது. உத்திரங்கள், படச்சட்டங்கள், கடைசல் சாமான்கள் ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு இதன் கட்டை பயன்படுத்தப் படுகின்றது. விளக்கெரிப்பதற்கும், மருந்துகள் தயாரிப்பதற்கும், இதன் விதைகளிலிருந்து கிடைக்கின்ற சால்மூக்ரிக் (chaulmoogric), ஹிட்னோக்கார்ப்பிக் எண்ணெய் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மலைப் பகுதிகளில் இது நிழல் மரமாக விதைகளை முளைக்க வைத்து வளர்க்கப்படுகின்றது.

எ.கோ.

நூலோதி

1. Gamble, J.S., Fl. Pres. Madras, Adlard & Son, Ltd., London., 1915.
2. Hooker, J.D., & Thomson, T., Hook F. Fl. Br. Ind., 1872.
3. The Wealth of India. CSIR Publication, New Delhi, 1984.

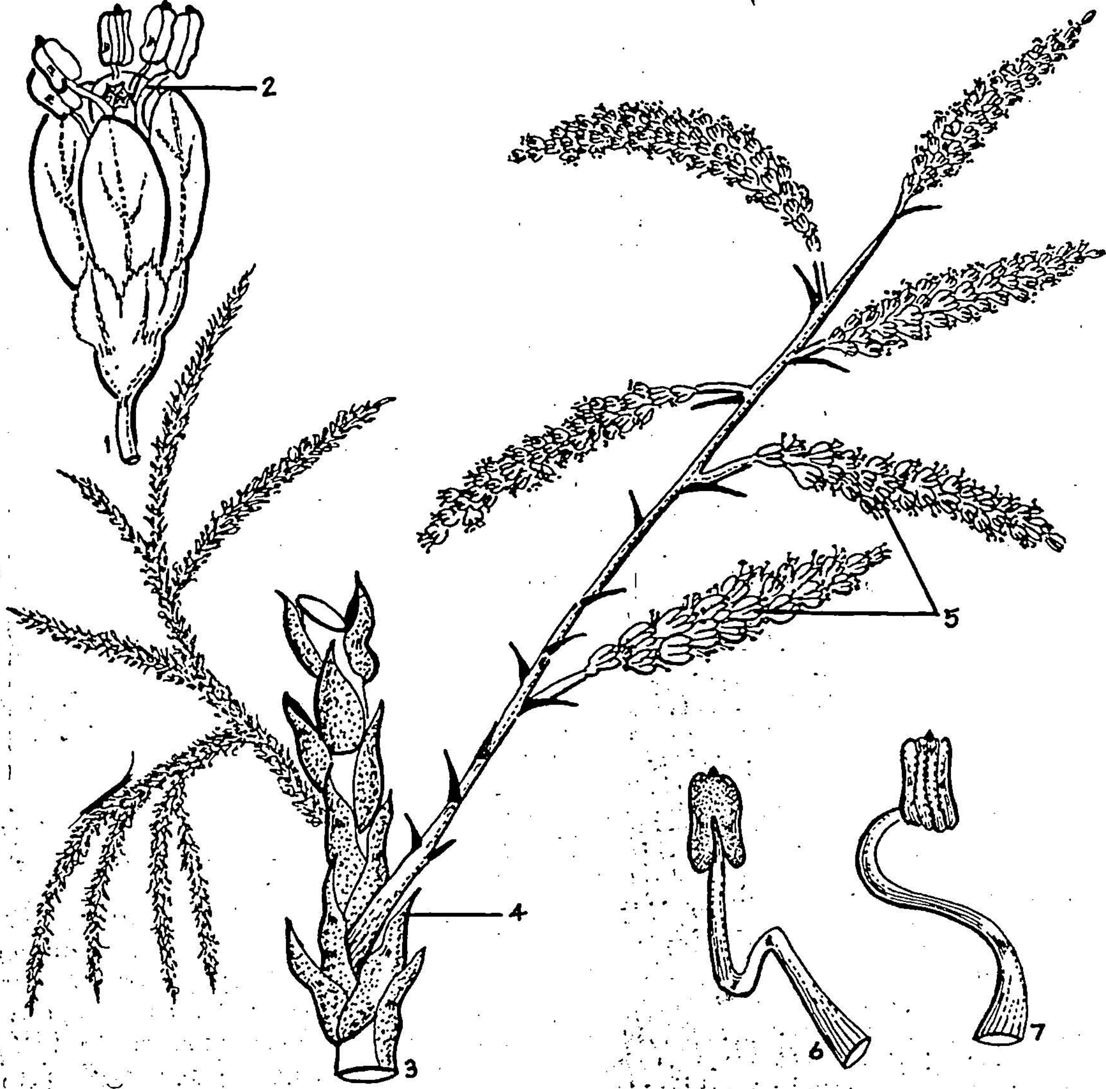
ஆற்றுச் சவுக்கு

இது இருவித்திலைத் தாவரப்பிரிவில் அல்லி இணையாக் (polypetalous) குடும்பமாகிய டமாரிக்கேசியைச் (tamaricaceae) சார்ந்ததாகும். இதற்குத் தாவரவியலில் டமாரிக்ஸ் டுரூப்பியை (*Tamarix troupli* hole — *T. gallica* Linn.) என்றும், தமிழில் கீரி என்றும் பெயருமுண்டு.

பொதுவாக இது இந்தியா முழுதிலும் பரவியிருந்தபோதும் குறிப்பாக மணற்பாங்கான அல்லது கற்கள் நிறைந்த பகுதிகளிலும், தக்காணத்தின் கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலுள்ள ஆற்றங்கரைகளிலும், உப்புச்சத்துள்ள தாழ்வான நிலப்பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றது. ஐரோப்பாவின் மேற்கு, தெற்குக் கடற்கரையோரங்களிலும், வடஆப்பிரிக்கா, வெப்பமண்டல ஆப்பிரிக்கா, தெற்கு ஆசியா ஆகிய நாடுகளிலும் பரவிக் காணப்படுகின்றது. இறகு போன்ற அழகிய தோற்றத்துடனிருக்கின்ற காரணத்தால் இது தோட்டக்கலைத் தாவரமாக வளர்க்கப்படுகின்றது. இம்மரம், குறைந்த அளவு மழை, அதிக அளவு வெப்பநிலை உள்ள பகுதிகளில் செழிப்புடன் வளருகின்றது. ஓரளவு நீரில் மூழ்கியிருந்த போதிலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வெட்டுண்ட அடிமரத்திலிருந்து (coppice) நிறைய கிளைகள் உண்டாகக்கூடும்; விதைகள், போத்துகள் மூலம் பயிராக்கப்படுகின்றது; விரைவாக வளரக்கூடியது. ஏறக்குறைய 15 ஆண்டுகளுக்குப் பின் தண்டின் மையம் குழலாகின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது புதர் போன்று வளர்கின்ற சிறு மரம். இதன் கிளைகள் மெல்லியவையாய்த், துவண்டு தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். இதன் பட்டை பழுப்பு நிறமானது; இது முதலில் சமபரப்புடனிருந்து பிறகு கரடுமுரடாகக் காணப்படும். இலைகள் குறைவுற்றுச் செதில்கள் (scales) போன்றும், கூர்நுனியுடனும் (acute), மிகச்சிறியனவாகவும், ஒழுங்கற்ற திருகுமுறையிலும் அமைந்திருக்கும். பூக்கள் வெண்மை அல்லது வெளிர் சிவப்பு நிறமானவை; இருபாலானவை; ஆரச்சமச்சீரானவை இவற்றில் நீண்ட கவையீட்டி போன்ற (spike like) கதிர் வகை (raceme) நுனியில் கூட்டுக்கிளை (panicle) மஞ்சரி அமைந்திருக்கும். இவற்றின் புல்லி இதழ்கள் 5, முக்கோண முட்டை வடிவத்திலும் (triangular-ovate), அல்லி இதழ்களைவிடக் குட்டையாகவும் இருக்கும். இவற்றின் அல்லி இதழ்கள் 5; மகரந்தத் தாள்கள் 5; சூற்பை ஏறக்குறைய முக்கோண வடிவத்திலிருக்கும்; சூலகத் தண்டுகள் மூன்று இணைந்திருக்கும். சுரக்குந்தட்டு (disc) சோடி சோடியாக அமைந்திருக்கும். கனி உறைக்கனி வகையைச் சார்ந்தது; ஏறக்குறைய முக்கோணக் கூம்பு (conical) வடிவானது; வெளிர் சிவப்பு நிறமானது. விதைகள் கேசங்களைக் கொத்தாகப் பெற்றிருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இம்மரத்தில் கரணைகள் (galls) உண்டாகின்றன. இதன் சாறு வயிற்றுப் புண்ணை (ulcer) ஆற்றுவதற்கும், தொண்டைப் புண்ணை (sore throat) நீக்குவதற்கும் கொடுக்கப்படுகின்றது. கரணைகள் வயிற்றுப்போக்கு (diarrhoea), இரத்தப்போக்கு (dysentery) ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகின்றன. எண்ணெய் அல்லது வாசலீனுடன் (vaseline) கரணைப் பொடி கலந்து செய்த பசை மூலநோய்க்கும் (piles), மலக்குழாயில் (anus) ஏற்படும் வெடிப்புகளுக்கும் (fissures) தடவப்படுகின்றது. கரணையில் 45 விழுக்காடு டேன்னின் (tannin) அடங்கியிருக்கின்றது. இது தோல் பதனிடு வதற்குப் பயன்படுகின்றது. இதனால் பதப்படுத்தப்பட்ட தோல் கவர்ச்சிகரமான மஞ்சள் நிறத்தைப் பெறுகின்றது. இதன் கட்டை வெண்மை



ஆற்றுச்சவுக்கு

1. பூ 2. மகரந்தத்தாள் 3. மிலார் 4. இலை 5. மஞ்சரிகள் 6. மகரந்தத்தாளின் வெளிப்புறத் தோற்றம் 7. மகரந்தத் தாளின் உட்புறத் தோற்றம்.

யானது; கெட்டியானது; கடினமானது. இது உழவுச் சாதனங்கள் செய்வதற்கும், கடைசல் வேலைப்பாடுகளுக்கும் (turnery) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் சிறுகிளைகள் கூரை வேய்வதற்கும் (thatching), கூடைகள் முடைவதற்கும் பயன்படுகின்றன.

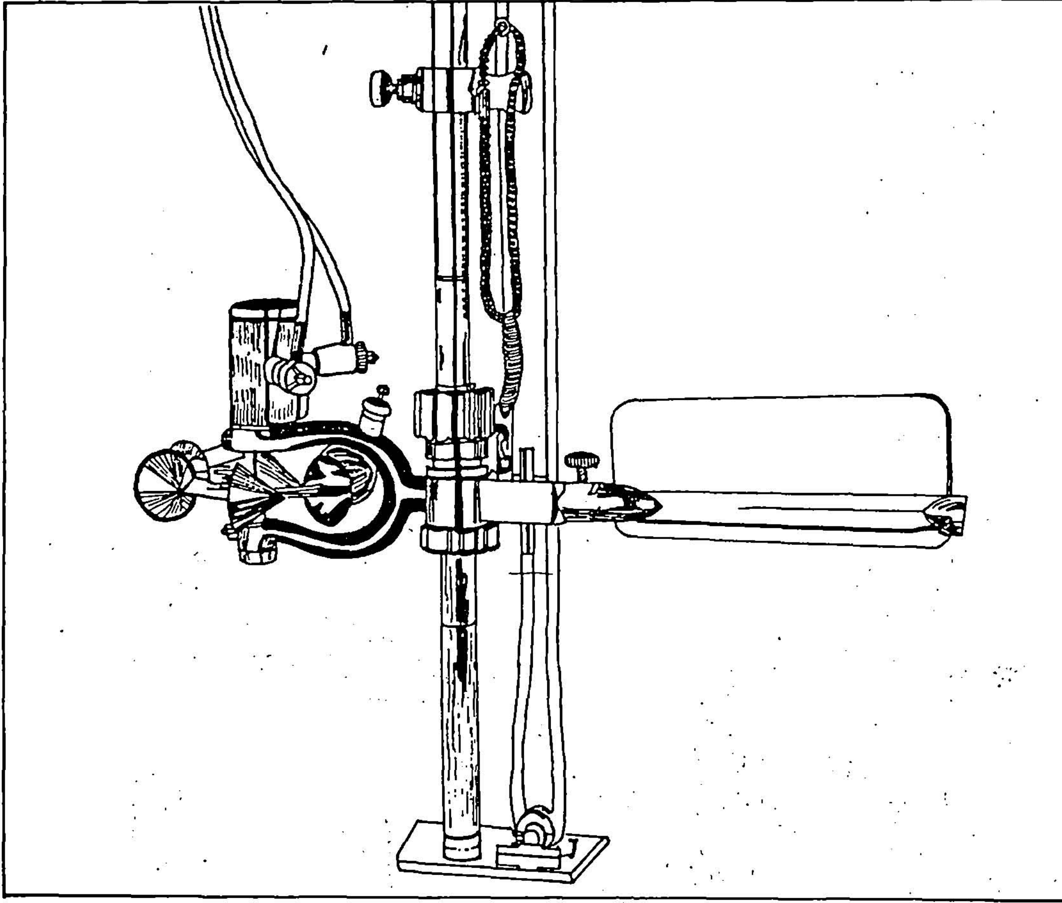
எ.கோ.

நூலோதி

1. Gamble, J.S., Fl. Pres. Madras. Adlard & Son. Ltd., London 1915.
2. Thiselton Dyer, W.T. Hook F. Fl. Br. Ind 1875.
3. The Wealth of India. CSIR Publication, New Delhi, 1982.

ஆற்றுநீர் அளவீடு

மழை நிலக்கோள மேல்பரப்பில் விழுந்து, ஒரு பகுதி நிலத்தடி நீராக நிலத்துக்குள் போய் விடுகின்றது.



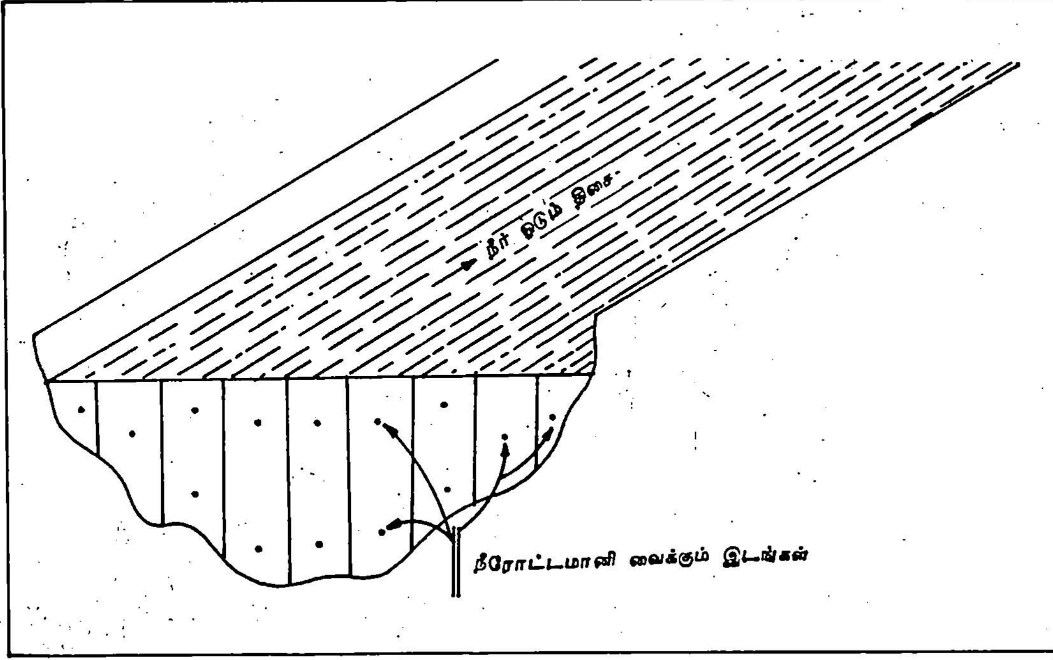
படம் 1. நீரோட்டமானி

மீதமுள்ள நீர் தரையில் ஓடி, குளம், ஏரி, ஆற்றுப் படுகை ஆகியவற்றுக்குப் போய்ச்சேருகிறது. இந்த நீர் எத்தனைப் பருமீட்டர் (cubic metre) என்பதை அறிய வேண்டும். ஓடும் நீர்ப்பரப்பின் குறுக்கே ஒரு சிறிய அணை கட்ட வேண்டும். அந்த அணையில் ஓடும் நீர்மட்டத்தின் உயரத்தை அளக்கவேண்டும். ஓட்டத்தின் அகலம் அந்த அணையின் உதவியால் கிடைக்கும். அந்த அகலத்தையும் உயரத்தையும் பெருக்கினால், நீர் ஓட்டத்தின் குறுக்குப் பரப்புக் கிடைக்கும். இந்த குறுக்குப் பரப்பை நீர் ஓட்டத் தின் வேகத்தால் பெருக்கினால், ஓடும் நீரின் பருமன் அளவு கிடைக்கும். இந்த நீர் ஓட்டத்தின் வேகத் தைக் கீழ்க்காணுமாறு அறியலாம்.

நீர் ஓட்டத் திசையில் இரண்டு இடங்களைத் தேர்ந்து கொள்ளவேண்டும். அந்த இரண்டு இடங் களுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவை அளக்க வேண்டும். நீர் ஓட்டத்தில் ஒரு மிதக்கும் பொருளை 'அ' என்ற இடத்தில் போடவேண்டும். அந்தப் பொருள் 'ஆ' வை எப்பொழுது அடைகிறது என்று பார்க்கவேண்டும். 'அ' விற்கும் 'ஆ' விற்கும் உள்ள தொலைவை மிதக்கும் பொருள் எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தால் வகுத்தால் நீரோட்டத்தின் வேகம் கிடைக்கும். இந்த வழியில் வேகம் கண்டுபிடிப்பது, ஓடும் நீரின் ஆழம் குறைவாக இருந்தால் தான் பொருந்தும். ஆழம் அதிகமாக இருந்தால் நீர் ஓட்ட மானியைப் (water current meter) பயன்படுத்தி நீரின் வேகத்தை அறியலாம். இந்தக் கருவி, உருவ அமைப் பில் காற்றுமானியை ஒத்ததாக இருக்கும். நீர் ஓட்ட மானியை நீரில் பயன்படுத்துவதால், நீரில் சமநிலை யில் இருக்க, மீன்வால் போன்ற ஒரு இணைப்பு இருக்கும். இக்கருவியில் கோப்பை வடிவினதாக உள்ள வட்டை நேர்அச்சில் சுழலும்படியாக ஒரு வட்டத்தினைச் சுற்றிப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நீரின் வேகத்திற்குத்தக, இக்கோப்பைகள் சுழலும். வேகம் என்ன என்பதை ஒரு மின்கருவியின் இணைப்பு மூலம் அறியலாம். இதன் மூலம் நீரின் வேகத்தை அறியலாம்.

நீர் ஓட்ட ஆழம் அதிகமாக உள்ள இடங்களில் வெவ்வேறு ஆழங்களில் இக்கருவியைப் பயன்படுத்தி நீரோட்ட வேகத்தைக் கணக்கிட்டுப் பின் சராசரி வேகத்தை அறியலாம்.

ஆற்றுப்போக்கில் எந்த இடத்தில் நீர் வேகத்தை



படம் 2. ஆற்றின் குறுக்குவெட்டு முகம்

அளந்தறிகிறோமோ, அந்த இடத்தில நீர் ஓட்டத்தின் குறுக்குப் பரப்பைக் கணக்கிட்டு, அந்தக் குறுக்குப் பரப்பை நீர் ஓட்ட வேகத்தால் பெருக்கினால், ஓடும் நீரின் பருமனளவு கிடைக்கும் (படம் 2).

சி. சொக்கலிங்கம்

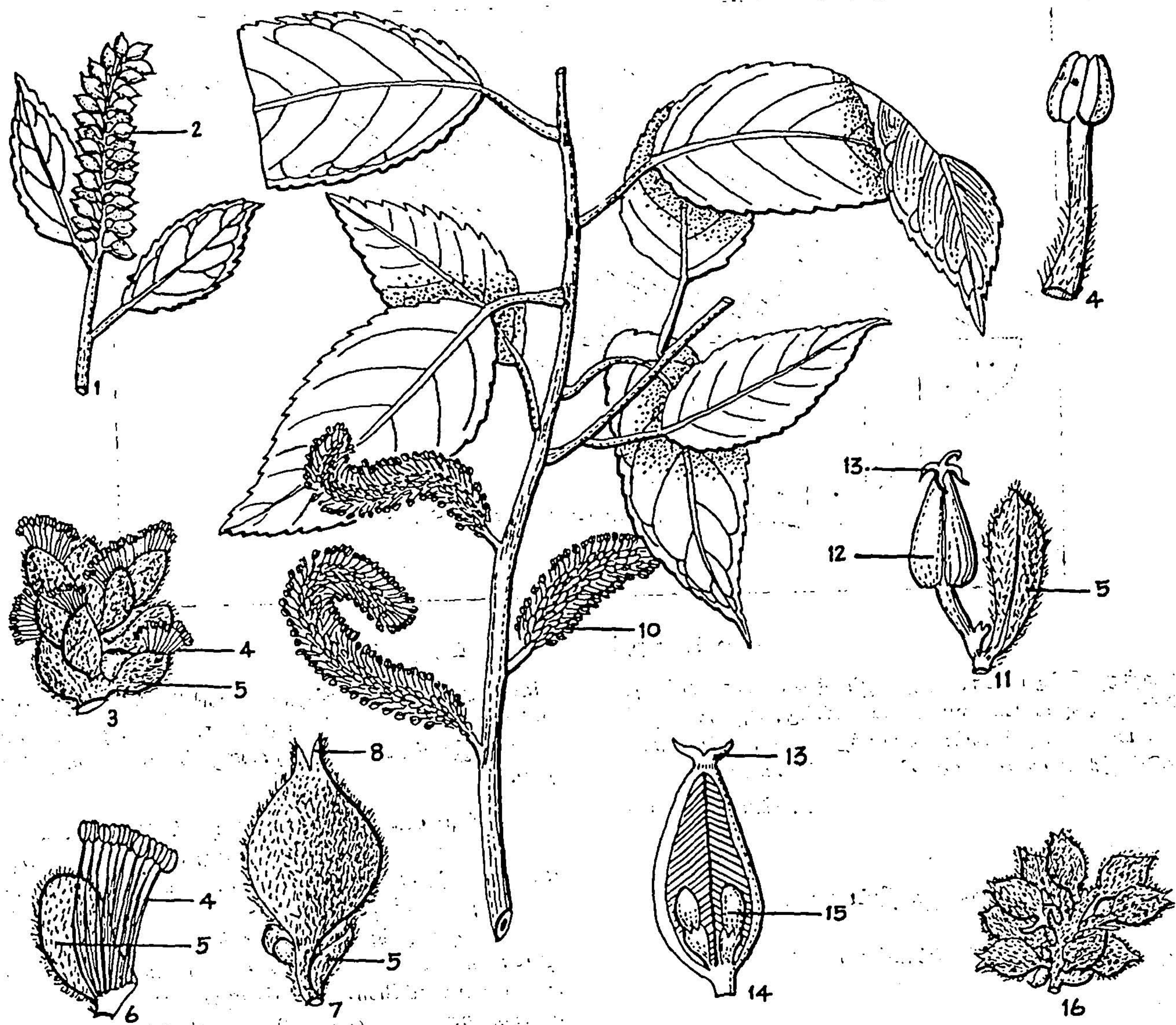
ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குத் திட்டங்கள்

காண்க, பலநோக்கத் திட்டங்கள்.

ஆற்றுப்பாலை

இது இருவித்திலைப்பிரிவிலுள்ள (dicotyledoneae) அல்லி இதழ்களற்ற (apetalous)சாலிக்கேசி(salicaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இதற்கு சாலிக்ஸ் டெட்ராஸ்பெர்மா (*salix tetrasperma* Roxb). என்று தாவரவியலில் பெயர் உண்டு. இதற்குத் தமிழில் வாஞ்சி (vanji), நீர்வானி (nirvani), நீர்வாஞ்சி (nirvanji) என்ற மாற்றுப்பெயர்களும் உண்டு. வணிகத் துறையில் இந்திய வில்லோ (willow), என்று இது அழைக்கப்படுகின்றது. இது இந்தியாவின் வெப்பப் (tropics) பகுதிகளிலும், இமய, உதகமண்டல மலைப்பகுதிகளில் 3500 மீ. உயரம் வரையிலும், தெற்குப் பகுதிகளிலும் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றது. இது இலங்கையில் காணப்படுவதில்லை. சுமத்ரா (Sumatra), ஜாவா (Java) ஆகிய தீவுகளிலும் பரவியிருக்கின்றது. ஆற்றங்கரை, ஓடைகளின் ஓரங்கள், சதுப்பு நிலங்கள் ஆகிய இடங்களில் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது 7 முதல் 15 மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடிய சிறிய அல்லது நடுத்தரமான மரமாகும்; இதன் குறுக்களவு 3 மீ வரை இருக்கும்; தலைப்பு விரிந்திருக்கும்; கிளைகள் ஏறக்குறைய செங்குத்தாக இருக்கும்; இலைகள் உதிர்ந்த பிறகு பூக்கும். இதன் பட்டை பழுப்புக் கலந்த சாம்பல் நிறமானது அல்லது உயரப்போக்கில் வெடிப்புகளைப் பெற்றுக் கருமையாக இருக்கும். இதன் மிலார்கள் பட்டுப் போன்ற கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும். இலைகள் தனித்தவை, அகன்ற முட்டை அல்லது ஈட்டிவடிவத்திலிருப்பவை; 7.5 முதல் 20 செ. மீ. நீளமுள்ளவை; மாற்றிலை அமைவு கொண்டவை; பெரும்பாலும் பட்டுப் போன்ற கேசங்கள் உடையவை; இலையடிச்சிதல்கள் முட்டை அல்லது வட்டவடிவத்திலிருக்கும்; இலையின் கீழ்ப்பரப்பு வெண்ணிறமானது. விளிம்பு சிறுபற்களைப் போன்றிருக்கும். பூக்கள் ஒருபாலானவையாதலால் ஆண் பூக்களும், பெண் பூக்களும் வெவ்வேறு பூனைவால் மஞ்சரியில் (catkin) அமைந்திருக்கும்; பூவடிச்சிதல்கள் (bracts) தலைகீழ் முட்டைவடிவமாக இருக்கும். பூக்களுக்குப் பூவிதழ் வட்டம் கிடையாது. ஆண் கேட்கின் நறுமணமுள்ளது; மஞ்சள் நிறமானது; 5 முதல் 10 செ.மீ. நீளமுள்ளது. மகரந்தத்தாள்கள் 5 முதல் 10 வரை



ஆற்றுப்பாலை

1. பெண் மஞ்சரியுடைய மிலார் 2. பிஞ்சு 3. ஆண் மஞ்சரியின் ஒரு பகுதி 4. மகரந்தத்தாள் (வெவ்வேறு அளவுகளில் காண்க) 5. பூவடிச்சிதல் 6. ஆண் பூ 7. முழுக்கனி 8. நிலைத்த சூலகமுடி 9. ஆண் மஞ்சரியுடைய மிலார் 10. ஆண் மஞ்சரி 11. பெண் பூ 12. சூற்பை 13. சூலகமுடி 14. சூற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 15. சூல் 16. கனிகள் கொத்தின் ஒரு பகுதி.

அமையும், இவை இணைந்தோ இணையாமலோ இருக்கும். பெண் கேட்கின் 7.5 முதல் 12.5 செ.மீ.வரை நீளமுடையது; பசுமையானது. சூற்பை ஓர் அறைகொண்டது, காம்புடனோ, காம்பு இன்றியோ இருக்கும்; சூல்கள் 1 அல்லது பலவாகவும், நேராகவும் இருக்கும்; சூலகத்தண்டு குட்டையாயிருக்கும் அல்லது இராது; சூலகமுடிகள் 2; ஒவ்வொன்றும் இரண்டாகப் பிளவுற்று இருக்கும்; சூற்பைக்கு அடியில் அரை வட்ட வடிவத்தில் சுரக்கும் தட்டு உண்டு. கனி உறைக்கனி வகையைச் சார்ந்த வெடிகனி, ஏறக்குறைய 7 மி. மீ. நீளமானது; கேசங்களற்றது; முட்டை அல்லது ஈட்டிவடிவானது. விதைகள் பழுப்பு அல்லது சாம்பல் கலந்த கருமை நிறத்துடனிருக்கும்; ஒவ்வொரு கனியிலும் 4 முதல் 6 விதைகளிருக்கும். ஒவ்வொரு விதைக்கும் நீண்ட, பட்டுப் போன்ற, உதிர்ந்துவிடக்கூடிய கேசங்களுண்டு; முளைசூழ்சதை கிடையாது.

குறிப்பு. இந்தச் சிற்றினம் மிகவும் வேறுபாடு

களுடன் காணப்படும். இதன் காரணமாக இந்தச் சிற்றினத்தில் பலவகைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்ட போதிலும் அவையெல்லாம் ஒத்துக்கொள்ளக் கூடிய வையாக இல்லை. இந்த மரத்தைப் போத்துக்கள் நட்டு வளர்க்கின்றார்கள். இது வெள்ளத்தினாலும், நீரினாலும் பாதிக்கப்படாதது, மிகவேகமாக வளரக்கூடியது. விதைகள் கேசங்களைப் பெற்றிருப்பதனாலும், இலேசாக இருப்பதனாலும், காற்றில் வெகு தூரத்திற்குப் பரப்பப்படுகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் கட்டைப்பாகம் சிவப்பாகவும், மிருதுவாகவும், துளைகளுடனும் (porous) இருக்கும். இது வெடி மருந்துக்கான கரி தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. தூண்கள், பலகைகள், கட்டட வேலைகள், கலப்பை, வளைவு நாற்காலிகள், உழவுத்தொழிலுக்கான சாதனங்கள், பெட்டிகள், தீப்பெட்டிகள், பென்சில்கள், கிரிக்கெட் ஆட்டச் சாமான்கள், பொட்டலப் பெட்டிகள் ஆகியவை செய்வதற்கு இதன் கட்டை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் பட்டை தோல் பதனிடுவதற்குப் பயன்படுகின்றது. மூட்டுவாதம் (rheumatism), வலிப்பு நோய் (epilepsy), வீக்கங்கள், மூலவியாதி (piles) பால்வினை நோய்கள் (venereal diseases), கல்லீரலிலுண்டாகும் கற்கள் (stones in gall bladder) ஆகியவற்றைப் போக்குவதற்கு இதன் இலைப் பொடி சர்க்கரையுடன் சேர்த்துக் கொடுக்கப்படுகின்றது. மிலார்கள் மாட்டுத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன.

எ.கோ.

நூலோதி

1. Fischer, C. E. C., Gamble's Fl. Pres. Madras. Adlard & Son. Ltd., London, 1928.
2. Hooker, J.D., Hook. f. Fl. Br. Ind., 1888.
3. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

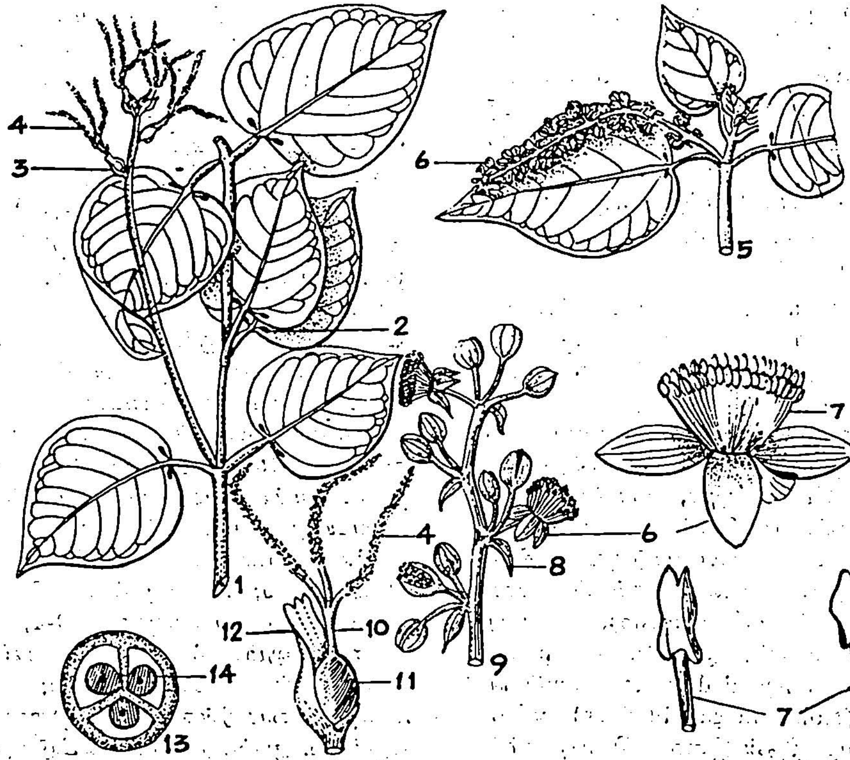
ஆற்றுப்பூவரசு

இது இருவித்திலைப் பிரிவிலுள்ள ஒருபூவிதழ் வட்டமுடைய யூஃபோர்பியேசி (euphorbiaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. தாவரவியலில் இதற்கு ட்ரீவியா நூடிஃப்ளோரா (*trewia nudiflora* Linn.) என்று பெயர். இது தமிழ்மொழியில் அன்னத்துவரை (annathuvarei); ஆற்றரசு (attarasu), காஞ்சி (kanji), ரேப்புநுல் (raypbunul) என்று வெவ்வேறு பெயர்களில் அழைக்கப் படுகின்றது. இது ஆங்கிலத்தில் போலி வெண்தேக்குமரம் (false white teak) என்றும், வணிகத் துறையில் குட்டல் (gutel) என்றும் கூறப்படுகின்றது. இது இந்தியாவின் வெப்பமான பகுதிகளிலும், இலங்கையிலும் வளர்கின்றது. சுமத்ரா, ஜாவா தீவுகளிலும் பரவியிருக்கின்றது. இம்மரம் ஈரப்பதமுள்ள காடுகளிலும், குறிப்பாக ஓடை ஓரங்களிலும் சதுப்பு நிலங்களிலும் காணப்படுகின்றது. தமிழ் நாட்டிலுள்ள மேற்குத் தொடர்ச்சிமலைக் காடுகளில் நேரான அடிமரத்தைப் பெற்று மிக உயரமாக வளர்கின்றது. வட ஆந்திரப் பிரதேச மலைகளில் 1000மீ உயரப் பகுதிகளில் வளர்கிறது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது ஏறக்குறைய 25மீ. உயரத்தையும், 3 மீ. குறுக்களவையும் பெற்று வளரக்கூடிய இலையுதிர் மரமாகும். மிலார்கள், இலைகள் மஞ்சரி ஆகியவை பஞ்சு போன்ற கேசங்களைப் பொதுவாகப் பெற்றிருக்கும். இதன் பட்டை சாம்பல் அல்லது மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படும்; இது மெல்லிய பட்டைத் துண்டுகளாக உரியக்கூடியது. இலைகள் அகன்ற முட்டை இதய வடிவானவை 15—23 × 11—18 செ.மீ.; அளவுடையவை. இலைக்காம்பு (petiole) 2.5 முதல் 7.5 செ.மீ. நீளமுடையது. பூக்கள் ஒருபாலானவை ஆண் பூக்கள் கதிர்வகை (raceme) மஞ்சரியிலமைந்திருக்கும்; மஞ்சள் நிறமானவை; பெண் பூக்கள் இலைக்கோணங்களில் காணப்படும். பூவிதழ்கள் 3-4, குவிந்து அல்லது பெரும்பாலும் பின்னோக்கிச் சுருண்டிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் எண்ணற்றவை; இணையாதவை; மகரந்தப் பை நீள்சதுரமாக இணைப் போக்கிலமைந்திருக்கும். ஆண்பூக்களில் மலட்டுச் சூலகம் (pistillode) கிடையாது. பெண் பூக்களில் பூவிதழ்கள் அகலமானவை; ஒழுங்கற்ற திருகுமுறையில் அமைந்தவை, உதிரக்கூடியவை. சூற்பை அடர்த்தியான கேசங்களுடையது; 2 முதல் 4 அறைகளைக் கொண்டது; சூலகத்தண்டு நீண்டு, கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும்; சூல்கள் ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒன்றுதானிருக்கும். கனி ஏறக்குறைய கட்டைபோன்று கெட்டியானது, வெளிர்பச்சை நிறமானது; ஒட்டுச் சதைக் கனி அல்லது கற்கனி வகையைச் சார்ந்தது, ஏறக்குறைய நான்கு பக்கங்களுடைது. 2.5 முதல் 3.8 செ.மீ. வரை குறுக்களவுடையது. விதை கருமை நிறமானது, மஞ்சள் நிறச் சதைப்பற்றுள்ள ஏரில் (aril) என்ற உறையினால் மூடப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு கனியிலும் 2 முதல் 5 விதைகளுண்டு; பெரும்பாலும் 4 விதைகளே காணப்படும்.

குறிப்பு வெட்டுண்ட அடிமரத்திலிருந்து புதுக் கிளைகள் விரைவாக வளர்கின்றன. மேலும் வேர்களிலிருந்து வேர்க்கன்றுகள் (root suckers) தோன்றுகின்றன. பெண் மரங்கள் குட்டையாகவும், எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரவுகின்ற கிளைகளைப் பெற்றும் இருப்பதால் இவை ஆண் மரங்கள் போன்று அழகாகக் காணப்படுவதில்லை.

பயிரிடும் முறை. வெவ்வேறு பருவக் காலங்களில், வளர் இடங்களைப் பொறுத்து அந்தந்த இடங்களிலேயே கனிகள் விழுந்து முளைக்கின்றன அல்லது அவை நீர் மூலம் வேற்றிடங்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்



ஆற்றுப் பூவரசு

1. பெண் மிலார் 2. இலையடிச் சுரப்பி 3. பெண் பூ (இரு அளவுகளில் காண்க) 4. சூலக முடி 5. ஆண் மிலார் 6. ஆண் பூ வெவ்வேறு அளவுகளில் காண்க) 7. மகரந்தத்தாள் (இரு அளவுகளிலும் இரு தோற்றங்களிலும் காண்க) 8. ஆண் பூவடிச் சிதல் 9. ஆண் மஞ்சரி 10. சூலகத்தண்டு 11. சூற்பை 12. பெண் பூவின் பூவிதழ் 13. சூற்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 14. சூல்.

படுகின்றன; 3 முதல் 4 நாற்றுகளடங்கிய தொகுப்புகளாகக் காணப்படுகின்றன. வறண்ட அல்லது கெட்டியான நிலத்தில் பொதுவாக இவை முளைப்பதில்லை. ஓரளவிற்கு நிலத்தில் பொதிந்த அல்லது முழுதும் பொதிந்த கனிகள் நன்கு முளைக்கின்றன.

நன்கு முதிர்ந்த கனிகள் சேகரிக்கப்பட்டுச் சில நாள் உலர்த்தப்பட்ட பிறகு விதைகள் அகற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு புதிதாகச் சேகரிக்கப்பட்ட விதைகள் அதிக விழுக்காட்டில் முளைக்கின்றன. நாற்றுகளாக வேற்றிடங்களில் நட்டவைகளைவிட, நேரிடையாக விதைகளைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் முளைக்க வைப்பது சாலச்சிறந்ததாகும். விதைகளை 7.5 செ. மீ. இடைவெளிவிட்டு வரிசையாக நட்டுப் (line sowing) பிறகு அவற்றை இலேசாக மண்ணினால் மூடவேண்டும். அவ்வப்போது களையெடுக்கவும், வெயிற்காலங்களில் அதிக அளவு நீர்பாய்ச்சவும் வேண்டும். விதைகள் 10 முதல் 21 நாள்களில் முளைக்கத் தொடங்கி ஏறக்குறைய 60 நாள்களில் வேண்டிய அளவிற்கு முதிர்ச்சியடைகின்றன. இந்த வரிசை விதைத்தல் முறையில் எலுசின் கொரக்கானா (*eleusine coracana*) என்னும் புல்வகையைச் சேர்த்து விதைத்தால் நல்ல பலன் கிடைப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட உயரம் அடைந்த நாற்றுகள் 15×15 மீ. இடைவெளி விட்டு நடப்படுகின்றன. வண்டுகள், சிலவகைக் கூட்டுப்புழுக்கள் இலைகளுக்கும் கட்டைப் பாகத்திற்கும் சேதத்தை விளைவிக்கக்கூடும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. புதிதாக வெட்டப்பட்ட கட்டை வெண்மையாக இருந்து, நாளடைவில் வெளிர்ப்பழுப்பு நிறத்தை அடைகின்றது. இதன் கட்டை நடுத்தரக் கனமுடையது. இதைப் பதப்படுத்துவது எளிது. கட்டைகளில் பிளவுகளும், நெளிவுகளும் ஏற்படுவதில்லை. இதன் உழைக்கும் தன்மையை நீடிக்கச் செய்வதற்கு 2 விழுக்காடு சோடியம் பென்ட்டாகுளோரோஃபினேட்டு (sodium pentachlorophenate) கரைசல் உட்புகுத்தப்படுகின்றது. சரக்குப் பெட்டிகள், தீப்பெட்டிகள், தேயிலைப் பெட்டிகள், உழவுச் சாதனங்கள், பீப்பாய்கள், பலகைகள், எழுதும் பலகை, படச் சட்டங்கள், விளையாட்டுச் சாமான்கள், ஒட்டுப்பலகை (plywood) ஆகியவை செய்வதற்கு இதன் கட்டை பயன்படுகின்றது. இதன் வேர்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட மருந்து

வாதம் (gout), மூட்டுவாதம் (rheumatism) ஆகிய வற்றிற்குப் பற்றாகப் (poultic) போடப்படுகின்றது. மிலார்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சாறு பசியின்மை, வீக்கம் ஆகியவற்றைப் போக்குவதற்கு மருந்தாகின் றது. இக்கனியின் இனிப்பான சதைப்பற்றுள்ள பகுதி உண்ணப்படுகின்றது.

எ. கோ.

நூலோதி

1. Gamble, J. S., Fl. Press Madras. Adlard & Son Ltd., London, 1925.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆற்றுப் பொறியியல்

ஆறுகள், கால்வாய்கள் ஆகியவற்றின் நீரோட்டச் சிறப்பியல்புகளை ஆராயவும், மனிதன் தன் நலங் களுக்காகவும், தனக்குத் தீமை தாராமல் காக்கும் பொருட்டும் தேவைப்பட்ட போது தேவையான இடங்களில் ஆறு கால்வாய்களைச் சீரமைக்கவும் அவற்றின் போக்கினை மாற்றியமைக்கவும் அவற்றில் நீரைத் தேக்கவும் தேவைப்படும் திட்டங்களை வடிவ மைத்துச் செயலாக்கவும் உதவும் இன்றியமையாத பொறியியல் ஆற்றுப்பொறியியல் ஆகும். இது உள் நாட்டு நீர்ப் போக்குவரத்துப் பொறியியலின் ஒரு பிரிவாகும். இயற்கை நீரின் வேகத்தை எதிர்த்துப் போராட வேண்டியிருப்பதால் இப்பொறியியல் துறை வடிவமைப்பின்போதும் செயல்படுத்தும் போதும் மிக்க கவனத்துடன் செயலாற்ற வேண்டிய துறையாகும்.

இந்திய நாட்டில் பல நீர் வற்றா ஆறுகளும் வெள்ளக் காலங்களில் மட்டும் பெருவெள்ளம் கொண்டு வந்து மற்ற காலங்களில் வறண்டிருக்கும் காட்டாறுகளும், அகன்ற, குறுகிய ஆறுகளும் தரை மட்டத்திற்கு மேலே பல மீட்டர் உயரத்திற்கு வெள்ளம் செலுத்தும் முரட்டு ஆறுகளும் அமைதி யாகத் தரைமட்ட அளவிலேயே நீர் ஓடும் ஆறுகளும் பல கிளைகளாகக் கூடல் முகத்தில் பிரிந்து ஏராள மான சிக்கல்களை உருவாக்கும் ஆறுகளும் பெரு மளவு படுகைகளும் உள்ளன. ஆறு உற்பத் தியாகும் இடத்தருகே ஓடை, வீழ்ச்சி எனவும், சமவெளிக்கு வருங்கால் பெருகும் (aggrading) வகை, தவழும் (degrading) வகை, நிலைப்பு (stable) வகை எனவும் கடலோடு கூடுமுகத்தருகே வருங்கால் ஓத வகை (tidal), கழிமுகம் (delta) எனவும் ஆற்றில் பாயும் நீரின் அளவைப் பொறுத்து பெரு வீச்சு வகை (flashy), கன்னி வகை (virgin) எனவும் பலவித மாகப் பாகுபடுத்தி வழங்கப்படுகிறது. மேலும் ஆற் றிற்கென்றே விடப்பட்ட பல பகுதிகள் மனித வாழ்க்கைக்காகக் கைப்பற்றிக் கொள்ளப்படுவதால் ஆறுகளைத் தொடர்ந்து அடக்கி ஓடச் செய்வது ஓர் இன்றியமையாத பணியாகும்.

ஆறுகளில் நிகழ்த்தப்படும் பொறியியல் வேலை கள் பல நோக்கங்களுக்காகச் செயல்படுத்தப்படுகின் றன. போக்குவரத்து, போக்கு வரத்து விரிவாக் கம், மின் ஆக்கம், நீர்ப்பாசனம், வடிகால் பெறல் ஆற்றுநீரின் தீமைகளைக்குறைத்தல் ஆகிய பல நோக் கங்களுக்காக நிறைவேற்றப்படும் ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்குத் திட்டங்கள் பல. காண்க, பலநோக்கத் திட்டங்கள்.

ஓர் ஆற்றில் இத்தகைய வேலையொன்றைத் தொடங்கும் திட்டத்தை முடிவு செய்வதற்கு முன்னர் அதன் ஓட்டத்தையும், போக்கையும், அவற்றின் பெரும, சிறுமப் பாய்வு அளவுகளையும், நெடுநாட் கள் தொடர்ந்து ஆராய வேண்டும். இவற்றைச் செய்த பின்னரே திட்டத்தை நடைமுறையில் நிறை வேற்ற முடியுமா என்பதையும் அவ்வாறு நிறை வேற்றினால் விளையத்தக்க பயன்களையும் முடிவு செய்ய இயலும். வடிகால் அமைப்பு, நீர்ப்பாசனம், நீர்த்தேக்கல், வெள்ளக் கட்டுப்பாடு முதலிய திட்டங் களுக்கு ஆற்று வடிநிலத்தின் மழையின் அளவையும், அது கடத்தும் படிவுகளின் அளவையும் தன்மையை யும் அறிதல் இன்றியமையாதது. இத்தகைய ஆராய்ச் சிகளையும் அளவுகளையும் செய்த பின்னரே ஆற்றில் வேலையைத் தொடங்கமுடியும்.

ஆற்றின் சிறப்பியல்புகள். கால்வாயின் முக்கிய அளவு ஓரளவு நிலையானதாகவும் படுகை சரிவற்ற தாகவும் அமையவேண்டும். அதாவது, படுகை உயரா மலும் தாழாமலும் அமைந்தால் அத்தகைய கால் வாயில் ஓடும் ஓடை ஒழுங்கோடை எனப்படும (regimen). இதன் கால்வாய் ஒரே இருப்பில் என்றும் அமைய வேண்டிய தேவையில்லை. ஒழுங்கோடை யின் நீரோட்டப் பாதை இடம் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். அதன் ஒரு புறத்தில் கரை அரித்தால் அதே அளவுக்கு மறுபுறத்தில் தரையை உருவாக்கும். காண்க, ஆறுகள், வண்டல் அரிப்பு நில வடிவங் கள்.

இயற்கையில் நிலவும் பெரும்பாலான ஓடைகள் ஒழுங்கோடைகளேயாகும். கரைகளை எளிதாக அரிக்க முடிந்தால் அத்தகைய ஓடைகள் அகலமான வையாகவும் அரிப்பிற்குக் கரைகள் எதிர்ப்புத் தந்தால் அத்தகைய ஓடைகள் ஆழமானவையாகவும் அமையும். பாய்தல், கரையையும் படுகையையும் அரித்தல், படிவுகளைச் சுமந்துச் செல்லல் ஆகிய பல் வேறு கூறுகளுக்கிடையே உள்ள ஆற்றல் பங்கீடு சமநிலை உடையதாகவே அமைவதால் ஓடைகள் ஒழுங்கோடையாக அமைகின்றன.

இத்தகைய ஓடைகளின் கால்வாய்கள் நேரானவை யாகவோ, வளைந்து, வளைந்து செல்பவையாகவோ, பின்னிய (braided) அமைப்புடையனவாகவோ



படம் 1. ஆற்றின் பொது நில இயல் கட்டமைப்பு

அமையலாம். பாய்வு, மண்ணின் இயல்பு, படிவு வண்டல் ஆகியவற்றின் அளவு, கணவாயின் சரிவு ஆகியவை ஓடைக் கால்வாய்களின் வடிவத்தைத் தீர்மானிக்கின்றன. சமதளக் கணவாய்களும் (valleys) நெடுஞ்சரிவுள்ள கணவாய்களும் நேரான கால்வாய் களை உருவாக்குகின்றன. இடைநிலைச் சரிவுள்ள கணவாய்களில் பாயும் ஓடைகள் வளைந்து செல்லும் கால்வாய்களை உருவாக்குகின்றன. பின்னிய கால் வாய்கள் நெடுஞ்சரிவுக் கணவாய்களில் பெரிதும் காணப்படுகின்றன. ஓடைக்கும் ஓடையின் கால்வாய் வடிவத்திற்கும், கால்வாய்ச் சரிவுக்கும் இடையில் உள்ள உறவைச் சரியாக விளக்கும் விளக்கம் எதுவும் இதுவரை உருவாகவில்லை. வளைந்து வளைந்து செல்லும் கால்வாய்களை நேரான கால்வாய்களாக அமைக்கச் செய்த முயற்சிகள் இதுவரை தோல்வியே அடைந்துள்ளன. நேராகவுள்ள கால்வாய்களில் வளைவுகளை உருவாக்க முயலும்போது தக்க எச்சரிக்கைகள் மேற்கொள்ள வேண்டும். காண்க, வெள்ளச் சமவெளிகள்.

படிவையும் தேய்வையும் கட்டுப்படுத்தல். ஆற்றின் இயக்கத்தினால் அதன் படுகையும் கரைகளும் அரிக் கப்படுகின்றன. இவ்வாறு அரிக்கப்படும் பொருள்கள் நீரோட்டத்தால் கடத்திச் செல்லப்படுகின்றன. நுண்ணிய துகள்கள் வண்டலாக நீருடன் கலந்து செல்லும். பெரிய துகள்கள் ஆற்றின் அடியில் நீரி னால் உருட்டிச்செல்லப்படுகின்றன. நீரோட்டத்தின் வேகத்தில் நேரும் மாறுதல்களால் இத்துகள்கள் சில இடங்களில் படியும். இந்திய ஆறுகளில் நீர்ப்பாசன அமைப்புக்களான தேக்கங்களிலும் கால்வாய்களிலும் இத்தகைய பொருள்கள் படிவதால் நேரும் தொல்லை அதிகம். ஆகையால் இப் பொருள்கள் படியாமற் பாதுகாப்பது நல்லது.

வண்டல் படிவதோடு இதற்கு எதிரான விளை வும் சில பகுதிகளில் நிகழ்கிறது. இது தேய்வு (scouring) எனப்படும். இதனால் ஆற்றடியில் குழி களும் பள்ளங்களும் தோன்ற நீரோட்டத்தின் தன்மை மாறிவிடும். நீர்ப்பாசன அமைப்புகளின் அருகிலும் இவ்விளைவினால் தொல்லைகள் நேரும். ஆகையால் இது நேராது பாதுகாப்பதும் நலம் பயக் கும்.

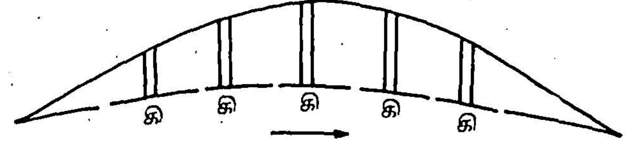
ஓரிடத்தில் வண்டல் படிவதைத் தடுக்க அவ் விடத்தில் தேய்வு நேருமாறு செய்யலாம். சுரண்டும் கருவிகளையும் கிளறிகளையும் படகுகளில் கொண்டு சென்று, ஆற்றடியிலுள்ள வண்டலைக் கிளறினால் அதை நீரோட்டம் அடித்துச் சென்றுவிடும். வண்டல் படியும் இடத்தில் நீரின் வேகம் அதிகமாகும்படியும், குறையும்படியும் கலிங்குகளை மாறிமாறி மூடியும்

திறந்தும் அடித்தரையில் படிந்துள்ள வண்டலை நீரோட்டம் அடித்துச்செல்லுமாறு செய்யலாம். நீர்ப் பாசனக் கால்வாய்களில் படியும் வண்டலை அகற்ற அதன் ஒரு கரையில் வாய்க்காலை வெட்டி, அதன் வழியே நீர் விரைவாக வெளியேறுமாறு அமைத்தால், நீரோட்டத்தின் வேகத்தால் படிந்துள்ள வண்டல் அடித்துச் செல்லப்படும்.

வண்டலை நீக்குவது போலவே சில சமயங்களில் வண்டலைப் படியச் செய்வதும் தேவைப்படலாம். இவ்வாறு செய்வதால் நீர் தெளிவாகும். நீரோட்டம் ஒரு பெரிய ஏரி அல்லது குளத்திற்குள் வந்து விழு மாறு அமைத்தால், அதை அடைந்ததும் நீரின் வேகம் குறைகிறது. இதனால் நீரிலுள்ள வண்டல் அதிகம் படிந்துவிடும். அதன் மறுமுனையிலிருந்து நீர் வெளியேறுமாறு அமைத்தால், வெளியேறும் நீர் தெளிவாக இருக்கும். சரிவு அதிகமான நிலங் களில் விரைவாகப் படியும் வண்டலை அகற்ற அடித் தரையில் குழிகளைத் தோண்டி, அதில் வண்டல் படியுமாறு செய்யலாம். இக்குழிகளில் படியும் வண்டலை அடிக்கடி அகற்றி, அவை நிறைந்து தூர்ந்து விடாமற் பார்த்துக் கொள்ளலாம். வண்டல் படிய வேண்டிய இடங்களில் கலிங்குகளை (weirs) அமைத்து, நீரைத் தடைசெய்து, அங்கு வண்டல் படியுமாறு செய்யலாம். பாசனக் கால்வாய் களில் நீரின் வண்டலை அகற்ற, ஆங்காங்கு இத் தகைய வண்டற்பொறிகள் (silt traps) அமைக்கப் படுகின்றன. கட்டுக்கரைகளின் இடையேயுள்ள கால் வாய்கள் போன்ற நீரோட்டங்களின் கரைகளைப் பின்னால் தள்ளி அமைப்பதாலும் நீரிலுள்ள வண்டல் கரைகளில் படியும்.

ஓரிடம் ஆற்றடி நீரோட்டத்தினால் தேய்வடை யாமல் தடுக்க, அதன் அடியில் மரக்கட்டைகளையும் சிறு சுவர்களையும் போன்ற தடைகளை அமைக்க வேண்டும். கல், செங்கல், கற்காரை ஆகிய பொருள் களால் ஆற்றடியைப் பாவி, அதன் தேய்வைத் தடுப் பதும் உண்டு. முதன்மைக் கால்வாயிலிருந்து அதன் கிளைகளுக்குத் தண்ணீர் பாயும்போது கிளைகளின் மேற்புறத்தில் வண்டல் படிந்து தொல்லை கொடுப் பதைத் தடுக்க, அவ்விடத்தில் ஒரு தடையை அமைத் துக் கால்வாயின் பரப்பிலிருந்து மட்டும் கிளையில் நீர் பாயுமாறு அமைக்கலாம். இத்தடையின் உயரத் தைக் கால்வாயின் நீர்மத்திற்கேற்றவாறு சரிப்படுத் தலாம். இம்முறை இந்தியாவின் பாசன அமைப்புக் களில் பயன்படுகிறது.

ஆற்றின் கரை அரிபடாமற் பாதுகாப்பதும் மிகவும் அவசியமாகும். கரைகளை உறுதியான பொருள்களால் பாவியோ சமத்தொலைவுகளில் நீரோட்டத்தில் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் கிளை மேடு களை (spurs) அமைத்தோ இதைச் செய்யலாம். புல் பூண்டுகளைக் கரைகளில் நட்டு வளர்த்தும் கரை



படம் 2. அரிக்காதபடி ஆற்றின் கரையைப் பாது காக்கும் முறை

தேயாது பாதுகாக்கலாம். சிறு மரக் கட்டைகளை இத்தகைய மேடுகளாக அமைத்துப் பஞ்சாபிலுள்ள ஆறுகளில் கரைகளைப் பாதுகாத்து வந்தார்கள். நீண்ட கிளைகளைக் கொண்டும், கோரைப் புல்லி னால் ஆன பாய்களை அமைத்தும், ஆற்றின் மேற் புறத்தில் பல கழிகளை வரிசையாக ஊன்றியும் கரை களைப் பாதுகாக்கலாம். கழிகளை அடுக்கிக் கோரைப் பாய்களை அவற்றின்மேல் விரித்துக் கட்டி, இவற்றின் நடுவே உள்ள இடைவெளியில் வண்டல் படியு மாறு செய்து அவற்றைப் பாதுகாப்பதுமுண்டு.

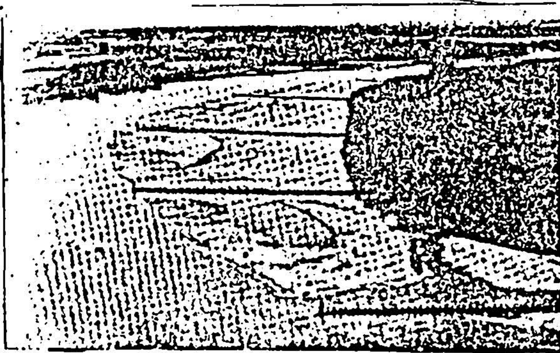
நீரோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தல். ஆற்றின் நீரோட் டப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்தப் பலவகையான முறை களைக் கையாளலாம். இவற்றுள் அதில் வெட்டப் படும் குறுக்கு வழிகள் முக்கியமானவை. இத்தகைய குறுக்குவழியை அமைத்து நீரோட்டத்தின் பழைய பாதையை அடைத்துவிட்டால் அதன் அடித்தரையில் மாறுதல்கள் நிகழும். குறுக்கு வழிக்கு மேலுள்ள இடத்தில் ஆற்றடியில் தேய்வு நேரும். அதன் கீழே வண்டல் படியும். இதனால் நீரோட்டத்தின் சரிவு மாறும். இம்மாறுதல்களால் நீரோட்டத்தின் தன்மை மாறாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். அடித்தரை உறுதியற்றதாயின் புதுவழியை அமைக்கக் குறுக லான பாதையொன்றை அமைத்து விட்டாலே போது மானது. ஆற்றடியில் நிகழும் தேய்வினால் அதன் பாதை தானாக அகன்று பெரிதாகும். இத்தகைய கிளை வழிகளை அமைக்கும் போது முன்னர்க் கூறிய கிளைமேடுகளைத் தக்க இடங்களில் அமைத்து, நீரோட்டம் தேவையானபாதையை விட்டு விலகாமற் செய்யலாம். இவ்வாறு செய்யும் போது ஆற்றின் பழைய பாதையின் மேல்முனையை மூடிக் கீழ்ப்புறத் திலிருந்து நீர் அதில் பாய்ந்து, வண்டலைப் படிவித்து அதைத் தூற்றிவிடுமாறு செய்யலாம். ரவி நதியின் நீரோட்டப் போக்கை இவ்வாறு குறுக்கு வழிகளா லும், கிளை மேடுகளாலும் மாற்றியமைத்தார்கள்.

பாயும் ஆற்றின் குறுக்கே அணை கட்டும்போது அதன் இரு கரைகளிலும் கட்டிடம் கட்டத் தொடங்கி, அந்த இரு பகுதிகளையும் கட்டிக்கொண் டே வந்து, இடைவெளியைச் சிறிதாக்கிக் கடைசியாக

இந்த இடைவெளியை மூடுகிறார்கள். இவ்வாறு செய்யும்போது இடைவெளி குறுகலாக உள்ளபோது அணையின் மேற்புறத்திலுள்ள நீர் அடைபட்டு, வெகு விரைவாக இடைவெளியில் பாய்ந்து, அதன் அடித் தரையை அரித்து அணைக்கே ஊறு விளைவிக்கும். இவ்வாறு நேராமல் அணையின் இடைவெளியில் பாயும் நீரை வேறொரு பாதையில் செலுத்தி இதைத் தவிர்க்கலாம். அணையினருகே ஆற்றடியை உறுதிப்படுத்தி, அதில் தேய்வு நேராமல் தடுப்பது இன்னும் நல்ல முறையாகும். இடைவெளி குறிப்பிட்ட அளவை அடைந்ததும் அதில் மணல் மூட்டைகள் முதலியவற்றை ஒரு தூம்புபோல் அமைத்து, இவற்றை நீர்மட்டத்திற்கு மேல் உயருமாறு செய்து, பிறகு அணை கட்டும் வேலையைத் தொடர்ந்து செய்யலாம்.

ஆற்றின் போக்கை மாற்றியமைத்து, அதைப் போக்குவரத்திற்கு ஏற்றதாகச் செய்யும் முறைகளும் வழக்கத்தில் உள்ளன. இம்முறையில் ஆற்றின் ஆழத்தை அதிகமாக்கி, அதன் போக்கைச் சீராக்க வேண்டும். நீரோட்டத்தின் அகலத்தைக் குறைத்து இதைச் செய்யலாம். ஆற்றின் கரைகளில் கிளை மேடுகளையும் சுவர்களையும் அமைத்து அதை இவ்வாறு திருத்தலாம். இச்சுவர்களுக்கும் மேடுகளுக்கும் இடையிலுள்ள பகுதிகளில் காலப்போக்கில் வண்டல் படிய, ஆற்றின் அகலம் நிலையாகக் குறைந்து விடும். இவ்வாறு செய்யும்போது ஆற்றின் அகலத்தைக் குறைப்பதால் அதன் நீர்மட்டம் உயர்ந்து, வெள்ளம் தோன்றாமலும், அதன் வேகம் அதிகமாகாமலும் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஆற்றொழுக்கு அதிகமாக மாறாத அதன் கீழ்ப் பகுதிகளுக்கே இத்தகைய முறைகள் ஏற்றவை. கால்வாய்களிலும் ஆறுகளிலும் தூர் எடுக்கும் முறையும் அவற்றின் போக்குவரத்து வசதிகளை அதிகமாக்குகிறது. (காண்க, தூர் எடுத்தல்). விரைவோட்டங்கள் கொண்ட ஆற்றில் போக்குவரத்து வசதிகள் செய்ய, தூம்புகளையும் அடைப்புக்களையும் அமைப்பதுண்டு.

ஆற்றின் ஆழத்தை அதிகமாக்கி அதன் அகலத்தைக் குறைப்பதால் அதன் கால்வாய்களில் படியும் வண்டலைக் குறைக்கலாம். இதை நோக்கமாகக் கொண்டும் ஆற்றின் அகலத்தைக் குறைக்கும் வேலைகள் செய்யப்படுவதுண்டு. ஆற்றின் ஒழுக்குக் குறைவான காலத்திலும் போக்குவரத்து வசதிகளை அளிக்க, அதன் நடுவில் மட்டும் ஆழமான கால்வாயை அமைத்து, அதில் ஆழம் அதிகம் உள்ளவாறு செய்யலாம். இம்முறை ரோன், ரைன் ஆகிய ஐரோப்பிய ஆறுகளில் கையாளப்படுகிறது.


படம் 3. ஆற்றின் அகலத்தைக் குறைக்கும் முறை

கூடல் முகவேலைகள். கடலுக்குச் செல்லும் சிறு நதி முகத்துவாரங்களின் கரையோர நீரோட்டங்கள் மணலையும் கூழாங்கற்களையும் கடத்தி வந்து முகத்துவாரத்தையே அடைத்துவிடக்கூடும். இதிலுள்ள சிறு இடைவெளிகளில் நீர் கடலை அடையும், அல்லது ஆறு கடலை அடையும் இடமே இதனால் மாற அதன் போக்கு, பாதிக்கப்படலாம். இத்தகைய ஆறுகளில் இதனால் போக்குவரத்துத் தடைப்படும். நதியின் கூடல்முகத்தில் இருபுறங்களிலும் இரு செய்கரைகளை (jetties) வளைவாக அமைத்து, கூடல்முகத்தில் தில் படியும் பொருள்களின் மேல் நீரோட்டத்தைச் செலுத்தி அத்தடையை நீக்கலாம். ஏற்றவற்றங்களால் பாதிக்கப்படும் ஆறுகளில் அவை தடைப்படாத வகையில் இச்செய்கரைகளை அமைக்க வேண்டும்.

கழிமுகத் தீவுகளை அமைத்துப் பல கால்வாய்களின் வழியே கடலை அடையும் ஆற்றின் நீரிலுள்ள வண்டலும் மணலும் சிறிது தூரத்தில் நீண்ட அணைகள் போன்ற தடைகளை (bars) அமைக்கும். போக்குவரத்திற்குத் தடையாகும் இப்படிவுகளை நீக்க, ஆற்றின் கால்வாய்களில் சிலவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்து, அவற்றின் இருகரைகளிலும் கடலில் சிறிது தூரம் வரை இணையாகச் செய்கரை கட்டி, அதன் முன் தோன்றும் படிவுகளைக் கரைக்கலாம். கரையோர நீரோட்டங்கள் கால்வாயிலிருந்து படியும் பொருள்களை அடித்துச் செல்லும் இடங்களுக்கு இம்முறை ஏற்றது. ஆனால் காலப்போக்கில் கழிமுகத்தீவு வளர்ந்து இச்செய்கரைகளின் பயனைக் குறைத்து விடும். ஆற்றுநீர் பல கால்வாய்களில் செல்வதைத் தடுத்துக் கட்டுக்கரைகள் கொண்ட ஒரே கால்வாயின் வழியே கடலை அடையுமாறு செய்யும் முறையும் ஓரளவு பயனளிக்கிறது. ஆனால் இதனால் நிலையான பயன் இல்லை. கால்வாயில் அடிக்கடி தூர் எடுத்து, அதன் ஆழம் குறையாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். ஐரோப்பாவிலுள்ள டான்யூபிலும், அமெரிக்காவிலுள்ள மிசிசிப்பியிலும் இத்தகைய செய்கரைகள் அமைத்துப் போக்குவரத்து வசதி குறையாமல் பாதுகாக்கிறார்கள்.

ஓத ஆறுகளில் போக்குவரத்து. கடலிலிருந்து உள்ளே பாயும் வெள்ளம், கடலின் ஓதம் எனப்படும். இது ஆழங்குறைவான நீரையோ கரையையோ அடைந்து மேலெழுகிறது. புனல் போன்ற வடிவுள்ள அகன்ற கழிமுகத்தில் (estuary) இவ்விளைவு அதிக

மாக நேரும். ஓர் ஆற்றில் கடலின் ஏற்றம் நிகழும் போது அதில் உள்ள வளைவுகளும் மணல் திட்டுக் களும் அதைத் தடை செய்தால், நீரோட்டம் செங்குத் தாக மேலெழுந்து, நீர்மட்டத்தில் திடீரென மாறு தலைத் தோற்றுவிக்கும். போக்குவரத்திற்குப் பெருந் தடையான இவ்விளைவு ஒரு பெரிய அலை போல் பாய்வதால் அலையேற்றம் எனப்படும். ஹூக்ளி நதி யில் இத்தகைய அலையேற்றங்கள் மிக இயல்பாகத் தோன்றும். ஆற்றில் உள்ள தடைகளை நீக்கியும், அதன் போக்கைச் சீராக்கியும் இவற்றைக் குறைக்க லாம்.

ஒத ஆறுகளின் போக்கை, மாற்றவோ, ஆழமாக்கவோ, மற்ற ஆறுகளில் கையாளப்படும் முறைகளையே பயன்படுத்தலாம். தூர் எடுக்கும் முறையையும் கையாளலாம். ஓதங்கள் நதியின் பாதையிலுள்ள வண்டலை அடித்துச்சென்று பாதையைச் சீராக்குவதால் அவற்றின் போக்கிற்குத் தடைவாராத வகையில் இதற்கான அமைப்புக்களைக் கட்ட வேண்டும். இல்லையேல் ஆற்றில் வண்டல் படிதல்போன்ற தொல்லைகள் நேரும். கலிங்குகளும் பாலங்களும் இவ்வகையில் ஓதத்தைத் தடுத்துத் தொல்லை விளைவிக்கக்கூடும்.

ஆற்றின் கூடல்முகம் கழிமுகமாயின் நிலைமை வேறாக இருக்கும். இதில் ஆற்றின் சரிவு குறைவாக இருக்கும். இதனால் கடலின் ஏற்றம் இன்னும் அதிக மான தூரம் செல்லும். ஆனால் இத்தகைய வடி வுள்ள கழிமுகங்களில் ஏற்றமும் வற்றமும் வெவ்வே றான பாதைகளில் நிகழலாம். இவற்றைத் தடுத்துக் கழிமுகத்தின் புனல் போன்ற வடிவத்தை மட்டும் மாற்றாது, சுவர்கள் கட்டி, அதன் அகலத்தைக் குறைத்து, ஏற்றத்தின் ஆழத்தை அதிகமாக்கி, அது வண்டல் படிவுகளை அடித்துச் செல்லுமாறு செய்து நீரோட்டத்தைச் சீர்படுத்தலாம். மிகவும் அகலமான கழிமுகங்களை இத்தகைய முறைகளால் குறுகலாக்கு வது இன்னும் அவசியமாகும். ஆற்றில் வண்டற் படிவு அதிகமாக இருந்தால் அதை அடிக்கடித் தூர் எடுக்கவேண்டும். தங்கள் துறைமுகத்தினருகே ஐரா வதி நதியின் கழிமுகத்தில் இத்தகைய சுவர்கள் 10 இலட்சம் பவுன் செலவில் கட்டப்பட்டுள்ளன. இத னால் ஆற்றின் போக்குவரத்து வசதி பெருகி, ரங், கூன் துறைமுகத்தின் பயன் அதிகமாகி உள்ளது.

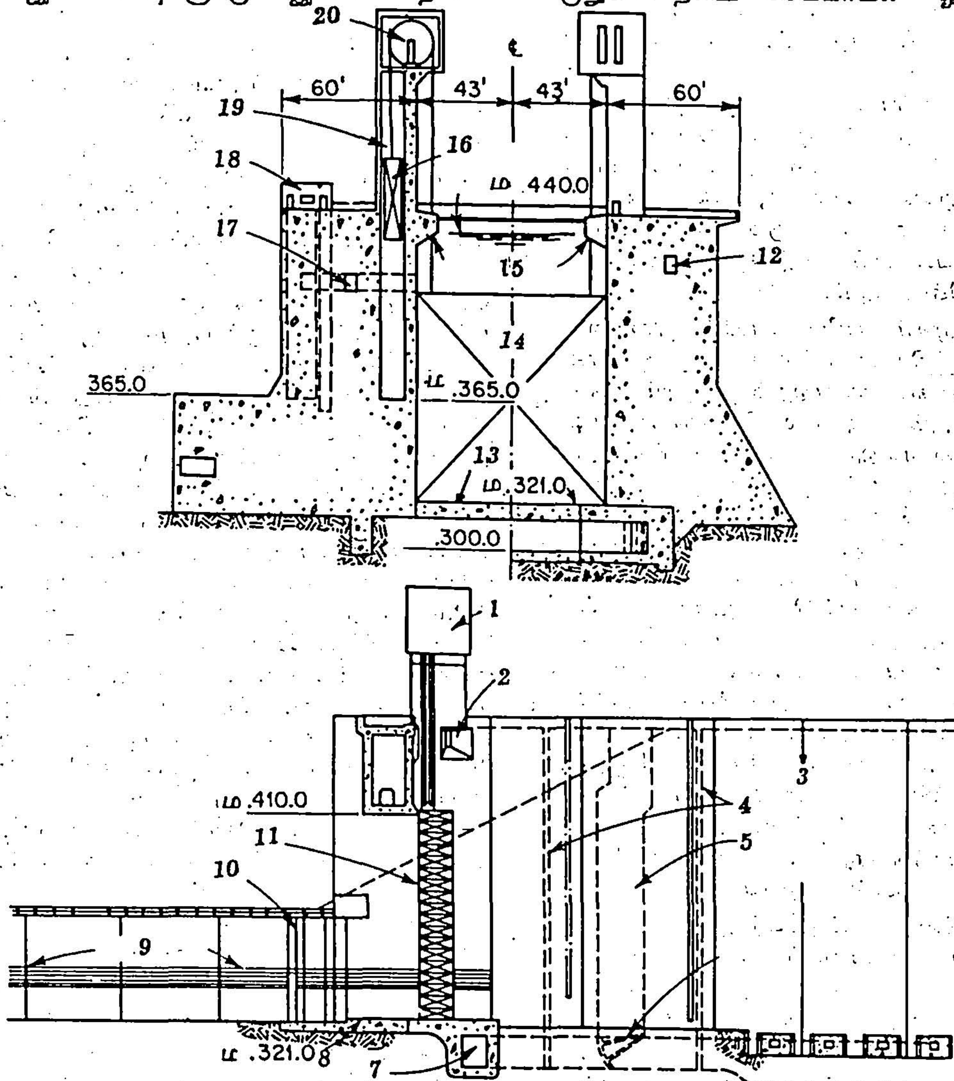
வெள்ளப் பெருக்கினைக் கட்டுப்படுத்த கரைகளை வலியவாகக் கட்டல் முதற்கொண்டு கரைகட்குக் கற்பாவுதல், சிமிட்டிப் பலகைகளால் தளம் அமைத் தல், கரைகள், தளம் இவற்றின் அரிப்பதைத் தடுத்தல், ஒரு கரையையே ஒட்டு ஓடி அரிப்பதைத் தடுத்தல், வளைந்து வளைந்து ஓடி அனைத்து இடங்களையும் பற்றிப் பரவலைத் தடுத்தல் பாலங்களை ஒட்டிய பகுதிகளைப் பாதுகாத்தல், ஆற்றுப்படுகைகளின் அரிப்பைத் தடுத்தல், நிலத்தைக் கரைத்து மண லைக் கடத்துவதைத் தடுத்தல், படகு, கப்பல் போக்குவரத்திற்காக நீர் ஆழத்தைக் கட்டுப்படுத்து தல், ஆற்றின் கூடல் முகத்தைத் திறந்தேவைத்துத் தண்ணீரைத் தொடர்ந்து கடலில் சென்று விழச் செய்தல் (சென்னை மாநகரின் கூவம் ஆற்றில் இந்தப் பிரச்சினைதான் நம் தீராத பிரச்சினையாக இருந்து வருகிறது) ஆகிய பல பணிகள் ஆற்றுப் பொறியியல் கருத்துப்படியே வடிவமைக்கப்பட்டுச் செயலாக்கப்படுகின்றன. இப்பணிகட்கு ஆற்றுப் படுகைஇயல் (potomology) எனப்படும். ஆற்றின் அடியில் உள்ள மணல், மற்றும் கூழாங்கற்கள் அடங் கிய தளத்தின் அசையும் தன்மையையும் அரிபடும் தன்மையையும் விளக்கும் இயல் மிகவும் துணை செய்கின்றது.

ஆற்றுப் பாதுகாப்புக் கட்டுமானங்கள். பொதுவாக வழிகாட்டு கரைகள் (guide bank), அடைகரை (embarkment), சிற்றணை (dikes, eevees) ஆகிய பல தரப்பட்ட கரைகள் மண் அரிப்பு, கரை அரிப்பு, பாலங்களின் ஓரங்கள் ஆகிய இடங்களில் அமைக்கப் படுகின்றன. கொம்பணை (groin) அல்லது கிளை மேடுகள் (spurs) எனப்படும் கொம்பணைகள் ஆற்றின் உள்ளே நீர்ப்போக்ினூடே துருத்திக் கொண்டும் போக்கை நோக்கி எதிர்த்தும் கட்டப் படுகின்றன. பெரும்பாலும் இரண்டிரண்டாகக் கட்டப்படுகின்றன. அடிக்கடி வெள்ளத்தினால் பாதிக்கப்படும் காவிரி, வைகை மற்றும் வெள்ளாறு போன்ற ஆறுகளின் குறுக்கே இத்தகைய கொம் பணைகள் கட்டப்பட்டு ஆற்று வெள்ளம் கட்டுப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய கொம்பணைகள் பெரும்பாலும் இணை இணையாகத்தான் கட்டப்பட வேண்டும். மேலும் இக்கொம்பணைகள் ஈர்ப்பு வகை, திருப்பு வகை என இரு வகையாகப் பிரிக்கப் படும். கரைகளை நோக்கி வரும் தண்ணீரை ஆற் றின் போக்கிலேயே செல்லும்படிச் செய்து, ஆற்றின் குறுக்கே, ஆனால் தேவைக்கேற்பச் சிறிது சாய்வாக வடிவமைத்துக் கட்டப்படுவது திருப்பும் (deflecting) கொம்பணை ஆகும். வேகமாகத் தூர விலகிப் போகும் தண்ணீர்ப் போக்கை அருகே கொணர்ந்து திசை திருப்பும் அமைப்பு அழைக்கும் கொம்பணை ஆகும் இத்தகைய கொம்பணைகள் தேவைக்கேற்ற படித் தண்ணீர் மட்டத்திற்குக் கீழேயும், அல்லது மேலேயும் அமைக்கப்படும். தண்ணீரை இடையே ஊடுருவவிடுவதால் இசையும் கொம்பணை எனப் படும். T வடிவக் கொம்பணைகளும் உண்டு. வெள்ளப் பெருக்கினால் கொண்டுவரப்படும் மண் ணைத் தடுத்து விழச்செய்து கரையைப் பெரிதாக்கி, நீரின் போக்கை மாற்றுவது, வண்டற்பொறிக்கொம் பணை(sitting groin) எனப்படும். இதன் வடிவமைப் புகள் ஆற்றின் தரைமட்டச் சரிவையும் தரைமட்டத்தி லுள்ள மண் அல்லது கல் அளவையும் பொறுத்தன வாகும். உயர், இடை, தாழ்நீர் மட்ட அளவுகளைப் பொறுத்தும் வெள்ளஅளவு, வேகம், ஆற்றின்

அகலம், இவை தவிர, திட்டத்திற்காக ஒதுக்கப்பட்ட தொகை இவற்றைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகின்றன. கொம்பணையின் ஊடே தண்ணீர் உட்புகுந்து செல்லக் கூடும். இம்முறை தருகொம்பணை, நிலத்தூண் கொம்பணை (pile groin)என இருவகைப் படும்.

ஆறுகளை ஒழுங்குபடுத்தும் பணிகளின் கொம் பணை, வழிகாட்டும் கரைகள் (guide bank) ஆகிய வற்றின் பணி இன்றியமையாதவையாகும்போது வளைந்து வளைந்து செல்லும் ஆறுகளை வெட்டி விடும் நேர்வெட்டுப் பணியும் மிக இன்றியமையாத தாகின்றது. இவ்வளைவுகளுக்கு இடையே நீரின் போக்கை ஆழமாக வெட்டி அதன் மூலம் வளைந்து பரவல் போக்கு தடைப்பட்டு ஆறு நேராகச் செல்ல வழி ஏற்படும். வெள்ளம் விரைவில் வடிந்து செல்ல வழி ஏற்படும்.

அடைகரைகள் (embankments), (eevees), சிற்ற ணைகள் (dikes) என அழைக்கப்படும் உயர்மட்ட ஆற்றுக் கரைகள் வெள்ளக் காலங்களில் ஆற்றின் வெள்ளம் கரைக்கு அப்பாற்பட்ட இடங்களைப் பாதிப்பதைத் தடுக்கின்றன. இவற்றின் முக்கியமான வடிவமைப்பிற்குரிய விவரம் என்னவெனில் இத் தகைய சிற்றணைகள் (dikes) ஆற்றின் போக்கிற்குக் குறுக்கே தடை செய்யாமல் ஓடும் அகலத்தினை



படம் 4. நீர்ப்பட்டியின் குத்துநிலைக் கதவு வாயில்

1. வாயில் எந்திர அறை, 2. வடக்காப்பு 3. சிறுபாலம் 4. உயர் மட்டத் துறை, 5. அடைப்பிதழ்த் தண்டு 6. அடைப் பிதழ் 7. வெளியேற்றச் சிறுபாலம் 8. அடிமானத்துண்டு 9. சுவர்க்கவசம் 10. நிறுத்தக் கட்டைத்துளை 11. குத்து நிலையில் உயர்த்தும் வாயில் கதவு 12 பழுது பார்க்கும் இடம் 13 தரை மட்டம் 14. வாயில் கதவு 15. வடக்காப்பு 16. சமன் எடை 17. பழுது பார்க்கும் இடம் 18. உயர்த்தி அறை 19. சமன் எடைத் தண்டு 20. வாயில் கதவை மேல் ஏற்றும் எந்திரம்.

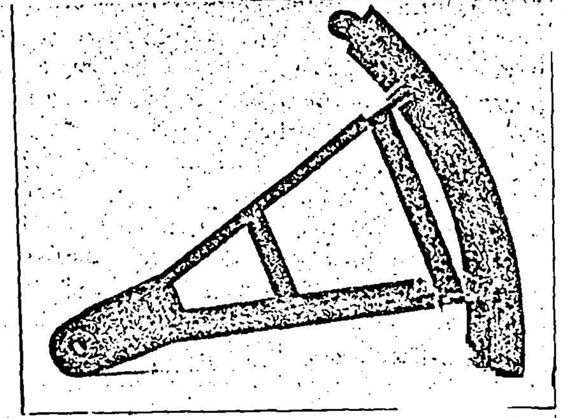
மட்டும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. முக்கியமாகக் கூடல் முகநிலப்பரப்புப் (delta) பகுதிகளில் இவை அவசிய மாகக் கட்டப்படுகின்றன.

ஆற்றிலிருந்து தண்ணீரை நேரடியாகப் பாசனத் திற்கு எடுத்துச் செல்ல உதவும் கால்வாய்களில் ஏரா ளமான மணல் படிந்து உட்புகுந்து விடுவதால், கால் வாயின் செலுத்தத்திறன் குறைவதுடன் வயல்களி லும் மணல் படிந்து வயல்களைப் பாழாக்குவதை யும் தடுக்க, ஆற்றின் கரையிலுள்ள மதகுகளை ஒட்டி ஆற்றுப்பொறியியல் கருத்துக்களைப் பயன்படுத்தி மணல் நீக்கிகள் (ejectors), மணல் தடுப்பான்கள், மணல் உறிஞ்சிகள் (excluder), மணல் திருப்பிகள் (deflectors) ஆகியவை அமைக்க வடிவமைப்பு செய் யப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்புகள் காவிரிப் பேரணைக் கால்வாய், மண்ணியார் கால்வாய், சேத் தியாதோப்பு அணை ஆகிய பகுதிகளில் உள்ளன.

காவிரிப் படுகையில் உள்ள கோரையாறு, பாமி னியாறு போன்ற பல ஆறுகள் கடலில் கலக்கும் இடத்து வளைந்து வளைந்து பரவி ஏராளமான வெள்ளக் கேடுகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டிருந்த போது நேர்வெட்டு (straight cut) என வழங்கப் படும் வெட்டும் பணிகளைச் செய்தும் கொம்பணை கள் (groin) அமைத்தும் ஆறுகளின் போக்கும் கட் டுப்படுத்தப்பட்டது.

ஆற்றுப்போக்குவரத்துக் கட்டுமானங்கள். ஆற்றுப் போக்குவரத்திற்குப் போக்குவரத்து நீர்ப்பட்டிகள் (navigation lock) பயன்படுகின்றன நீர்ப்பட்டி என் பது செவ்வகப் பெட்டி வடிவக் கட்டகமாகும் (structure). இதனுள் கப்பல் நுழைந்து வெளியேறலாம். இதன் நுழையும் வழியிலும், வெளியேறும் வழியி லும் மதகுக் கதவுகள் அமைந்துள்ளன. இந்த நீர்ப் பட்டிகளில் உள்ள நீர் மட்டத்தை உயர்த்தலாம் அல் லது தாழ்த்தலாம். ஒரு கப்பலை நீர்ப்பட்டியில் கட் டும் முறையைப் பின்வரும் நிகழ்ச்சிகளின் வரிசை விளக்கும். ஒரு கப்பல் ஆற்றின் போக்கில் செல்வ தால் நீர்பட்டியில் உள்ள நீர்மட்டம் ஆற்றின் மேற் பக்கத்திற்குச் சமமாக இருப்பதாகவும் கொண்டால் முதலில் பட்டியின் அறைக்குள் உள்ள கதவுகளைக் கீழே இறக்கவேண்டும். முழுதுமாக அவற்றைக் கீழே இறக்கியதும் மேல்புறக் கதவை முழுதுமாகத் திறக்க வேண்டும். அப்பொழுது கப்பல் உள்ளே நுழையும். நுழைந்ததும் கப்பலைக் கட்டிக் கீழ்ப்புறக் கதவைத் திறந்து அறையில் உள்ள நீரை வெளியேற்றிவிட வேண்டும். கீழ்ப்புற ஆற்றின் நீர்மட்டத்திற்கு அறை யின் நீர்மட்டம் வரும்வரையில் இது நிகழும். பிறகு கீழ்ப்புறக் கதவுகளைத் திறந்து கப்பலை ஆற்றின் கீழ்ப்புற ஓட்டத்தில் விட்டு விடலாம்.

இதேபோல ஆற்றின் போக்குக்கு எதிராகச் செல்லும் கப்பலை மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகளை எதிர் வரிசையில் நிகழ்த்தி ஆற்றின் கீழ்ப்புறத்திலிருந்து



படம் 5. நீர் அடைப்பிதழ் (ஒளிப்படம்).

நீர்ப்பட்டி வழியாக ஆற்றின் மேற்புறத்திற்குக் கப் பலைக் கொண்டு செல்லலாம்.

ஆற்றுப் பொறியியல் சோதனைகள். படிமங்களின் (models) உதவியால் ஓர் ஆற்றில் உள்ள நிலைமை யைச் செயற்கையில் அமைத்துக் குறிப்பிட்டதொரு வேலையினால் அதில் நிகழும் மாறுதல்களையும், விளையும் பயன்களையும், நேரும் கேடுகளையும் ஆராய்ந்து முக்கியமான பல உண்மைகளை அறிய லாம். இத்தகைய சோதனைகளால் ஒவ்வொரு பிரச் சினையையும் தீர்க்கும் வழியைப் பலவாறு ஆராய்ந்து காண முடிகிறது. காண்க, அணைகள்; கால்வாய்கள்; நீர்த் தேக்கங்கள்; நீர்ப் பாசனம்; வெள்ளக் கட்டுப் பாடு.

மு. தீனதயாளன்,

நூலோதி

1. R.K. Linsley, Jr., M.A.Kohler, J.L.H. Paulhus, Hydrology for Engineers, McGraw-Hill International Book Company, New Delhi, London 1982.
2. Handbook of Applied Hydraulics, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.

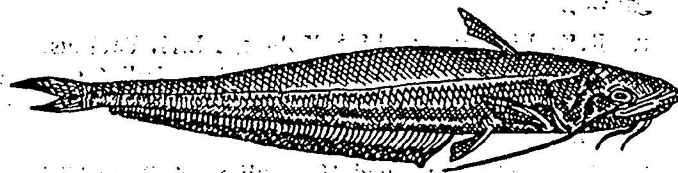
ஆற்று வாளை

இது நன்னீரில் வாழும் ஒரு வகைக் கெளுத்தி மீன். இதனை நன்னீர்ச் சுறா (fresh water shark) என்றும் அழைப்பர். இது இந்தியா, பர்மா, மலேசியா, சிங்கப் பூர் போன்ற நாடுகளின் ஆறுகளில் பரவலாகவும், சேறு மிகுந்த பகுதிகளில் சற்று அதிகமாகவும் காணப் படுகிறது.

ஆற்று வாளை (wallago attu) பொதுவாக 30-100 செ.மீ. நீளமிருந்தாலும், 3 மீ. நீளம் வரை வளரக் கூடியது. உடலின் மேற்புறம் பசுமையாகவும்,

மருங்குகள் அடிப்பகுதி வெண்மையாகவும் இருக்கும்; உடல் பக்கவாட்டில் தட்டையானது. மற்ற கெளுத்தி மீன்களைப் போன்று, இதுவும் செதில்களற்ற வழ வழப்பான தோலுடையது. அகன்ற, தட்டையான, அழுத்தமான தலையுள்ளது. தலையில் நான்கு தொட்டுணரிழைகள் (barbels) உள்ளன; அவற்றில் இரண்டு மிக நீண்டவை. வாய் சற்றே சாய்வான கோணத்தில் அமைந்துள்ளது; கீழ்த்தாடை நீண்டது; தாடைகளிலுள்ள கூர்மையான பற்கள் இரு வரிசை களாக அமைந்துள்ளன. இது ஓர் ஊனுண்ணி மீன். இதன் மலப்புழைத் துடுப்பு (anal fin) மிக நீண்டது வால் துடுப்பு (caudel fin) இரு மடல்களாகப் (lobes) பிரிந்துள்ளது; மேற்புற மடலின் நீளம் அதிகமானது; கீழ்ப்புற மடல் அகலமானது. இதன் மருங்குக் கோட்டு உணர்வுறுப்பு அமைப்பு (lateral-line system) சற்றுக் கீழ்ப்புறமாக வளைந்துள்ளது.

பகல் நேரத்தில் இம்மீன் நீர் மட்டத்திற்குச் சற்றுக் கீழே இரை தேடிக் கொண்டிருக்கும். இரையைப் பிடிக்கும் பொழுது நீர்மட்டத்திற்கு மேல் துள்ளி எழுந்து மீண்டும் நீரில் விழுவதைக் காணலாம். இது பிற சிறு மீன் கூட்டங்களை வேட்டையாடும்; இதன் உறுதியான பற்கள் வேட்டைக்குத் துணைபுரிகின் றன. இம் மீனின் தாடையெலும்பை விசாகப்பட்டி னப் பகுதியில், நயமிகக பருத்தியில் சிக்கு எடுப்பதற் குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இம்மீனை உணவாகக் கொள்வதுண்டு.



ஆற்று வாளை

இந்த மீன், எலும்பு மீன்கள் (osteichthyes) வகுப்பில், ஃபைசோஸ்ட்டோமி (physostomi) வரிசை யில் சைலூரிடே (siluridae) குடும்பத்தின் கீழ் வகைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது.

கௌ. ஜெ.

நூலோதி

1. இராணி கந்தசுவாமி, தென்னிந்திய மீன்கள் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973.

2. Chandy M., Fishes National Book Trust, New Delhi, 1981.

3. Day, F., The Fishes of India, Today and Tomorrow, Book Society, New Delhi, 1981.

4. Day, F. The Fishes of Malabar, Bishen Singh, Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, India, 1981.

ஆறுகள்

நிலக்கோளப் பரப்பிலுள்ள மலைகள், மேட்டுநிலங் கள் ஆகியவற்றின் மீது விழுந்த மழைநீர் பல சிற் றோடைகளாக ஓடிப் பல ஓடைகளை உண்டாக்கு கின்றன. ஓடைகள் ஒன்று சேர்ந்து ஆறாகப் பாய்ந் தோடி வரும். பொதுவாக, மழைப் பொழிவினின் றும், நீர் ஊற்றுக்களினின்றும், கோடைக்காலங்களில் பனி உருகுவதினின்றும் ஆறுகளுக்குத் தொடர்ந்து நீர் கிடைக்கின்றது. ஆறுகளுக்குக் கிடைக்கும் நீர் பருவத்திற்குப் பருவம் அந்த ஆறு ஓடும் இடத்தில் பொழியும் மழைப் பொழிவிற்கு ஏற்ப மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, நில நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் அமைந்த ஆப்பிரிக்காவில் ஓடும் நைசர், காங்கோ ஆறுகளில் நீர் எப்பொழுதும் நிரம்ப ஓடிக்கொண்டே இருப்பதற்குக் காரணம், இப்பகுதியில் ஆண்டு முழு துமே வெப்பச் சுழற்சி மழை (convectional rain) பொழிவதேயாகும். தென்னிந்திய ஆறுகளான காவிரி, வடபெண்ணை, தென்பெண்ணை, வைகை, தாமிரவருணி ஆகியவற்றில் மழைக் காலங்களில் மட் டுமே மிக அதிகமான நீரோட்டத்தைப் பார்க்க முடி யும். மற்ற காலங்களில் அவை சிற்றோடைகள் போல் காட்சி அளிக்கும்; அல்லது வெறும் மணல் பரப்புகளையே அவ்வாறுகளில் காணலாம். ஆறுகள் தோன்றும் இடங்கள் சிறிய பள்ளங்களாகவோ, பெரிய ஏரிகளாகவோ இருக்கும். நைல் ஆறு, மிக உயர்ந்த மலைகளால் சூழப்பட்ட விக்டோரியா என்ற ஏரியிலிருந்து புறப்படுகிறது. இந்தியாவின் வடகோடியில்காணப்படும் பிரம்மபுத்திராப்பேராறு, இமயமலையில் உள்ள மானசரோவர் என்ற சிறிய ஏரியிலிருந்தே பெருகி வருகிறது. காவிரியாறு கரு நாடக மாநிலத்திலுள்ள குடகு மலைப் பகுதியில் ஒரு சிறிய பள்ளமான தலைக்காவிரியினின்றும் தோன்றி ஓடி வருகிறது.

இயல்புகள். ஆறுகள், ஓடிவரும் நிலப்பரப்பிற்கு ஏற்பவும், நிலப்பரப்பில் அமைந்த பாறைகளின் தன் மைக்கு ஏற்பவும், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற் பவும், தட்ப வெப்ப நிலைகளுக்கேற்பவும் இயல்பு களில் மாறக்கூடியன.

ஆறுகள் பெரும்பான்மையான நீரை மழை வாயி லாகப் பெற்றபோதிலும், அங்குப் பெய்யும் மழைப் பொழிவின் அளவிற்கும், அந்த ஆற்றில் ஓடும் நீரின்

அளவிற்கும் பெருத்த வேறுபாடுண்டு. மழை நீரின் ஒரு பகுதி கதிரவனின் வெம்மையால் ஆவியாகிறது. மற்றொரு பகுதி நிலத்தினுள் உறிஞ்சப்படுகிறது. மற்றுமொரு பகுதி தாவரங்களால் உட்கொள்ளப் பட்டு அவை மூச்சுவிடும்போது ஆவியாக வெளி யேறிக் காற்றில் கலக்கிறது. எஞ்சிய நீரே நிலத்தின் மேல் ஓடையாகவும், ஆறாகவும் வழிந்தோடுகிறது. மழைநீர் ஆவியாதல் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளி லும் பாலைவனத்திலும் மிக அதிகமாகவும், மித வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் மிதமாகவும் இருக்கும். நிலத்தினுள் உறிஞ்சப்படும் நீரின் அளவு, பாறையி லுள்ள புரைமை (porosity), கசியும் தன்மை (permeability), பாறையின் தன்மை இவற்றைப் பொறுத் தது. கெட்டியான இடுக்குகளற்ற கடினப் பாறைகளில் கசியும் அளவு குறைவாகவும், திண்மையற்ற மணலி லும் பரல் படிவுப் பாறைகளிலும் பாறை இடுக்கு கள் மிகுதியாக உள்ள இடங்களிலும் கசியும் தன்மை மிகுதியாகவும் இருக்கும்.

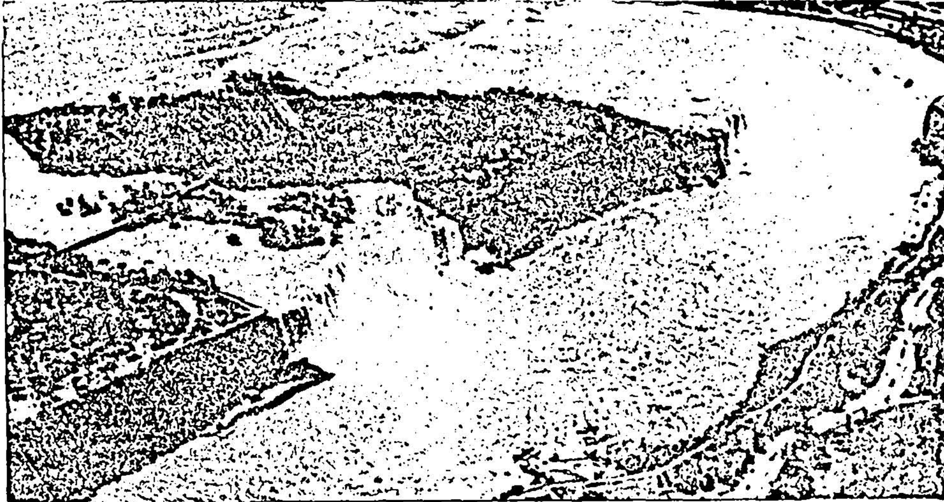
தாவரங்களில் உறிஞ்சப்படும் நீரினளவு தாவரங் களின் அடர்த்தியையும், வகையினையும் பொறுத்தது. அடர்ந்த காட்டுப் பகுதிகளில் மிகுதியாகவும், புல் வெளி மண்டலங்களில் மிதமாகவும், பாலை நிலங் களில் மிகக் குறைந்தும் நடைபெறுகிறது.

பொழியும் மழையில் ஏறக்குறைய 28 விழுக் காடு ஆறுகளில் ஓடுகிறது. மீதம் உள்ள பகுதி நிலத்தின் தன்மைக்கேற்பக் கிட்டத்தட்ட 40 விழுக் காடு நிலத்தால் உறிஞ்சப்பட்டும், எஞ்சி உள்ள 32 விழுக்காடு ஆவியாகி வளிமண்டலத்துக்கும் திரும்பு கிறது.

தலைமை ஆற்றில் ஓடும் (main river) நீரின் அளவு அதன் கிளை ஆறுகளின் (tributaries) நீரோட் டத்தைப் பொறுத்திருக்கும். பெரிய வடிகாலமைப் புள்ள (drainage system) ஆறுகளில் சில கிளையாறு கள் ஒரு பருவத்திலும், மற்றும் சில கிளையாறுகள் வேறு ஒரு பருவத்திலும் மிகுதியான மழையைப் பெறுகின்றன. காவிரியின் கிளை ஆறுகளான பவானி, அமராவதி, கொள்ளிடம் ஆகியவை வெவ்வேறு பருவக் காலங்களில் மிகுதியான நீரைப் பெறுகின்றன. ஆற்றில் நீரின் போக்கு நிலத்தின் சரிவைப் (slope) பொறுத்திருக்கும். நிலச் சரிவைப் பொறுத்தே ஆற்றின் வேகம் காணப்படு கின்றது. ஆற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்தே ஆற்றின் ஆற்றல் அமைகின்றது. ஆற்றின் ஆற்றலைப் பொறுத் தே ஆற்றின் செயல்திறன் கணக்கிடப்படுகிறது.

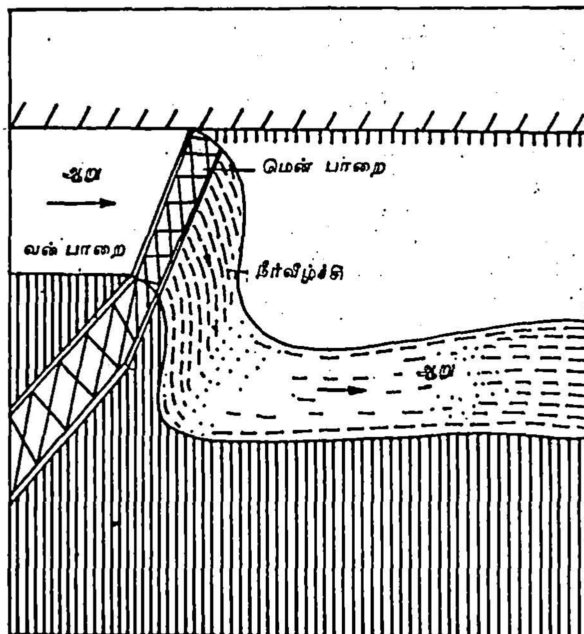
நிலைகள் (stages). ஆறுகளின் வேகம், ஆற்றல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து ஆறுகளின் போக்கை இள நிலை (youthful stage), முழுவளர்நிலை (mature stage), மூப்பு அல்லது முதுமை நிலை (old stage) என மூன்றாகப் பிரிக்கலாம்.

இளநிலை. மலையில் தோன்றும் ஆறு மலைச்சரி வில் வேகமாகத் துள்ளலுடன் (rapids) அருவியாகப் பாய்ந்து வரும். ஆற்றின் இத்தகைய நிலை இள நிலை எனப்படும் இந்நிலையில் கீழ்நோக்கி விழும் போது ஆற்றின் ஆற்றல் மிகுகின்றது. இந்நிலையில்

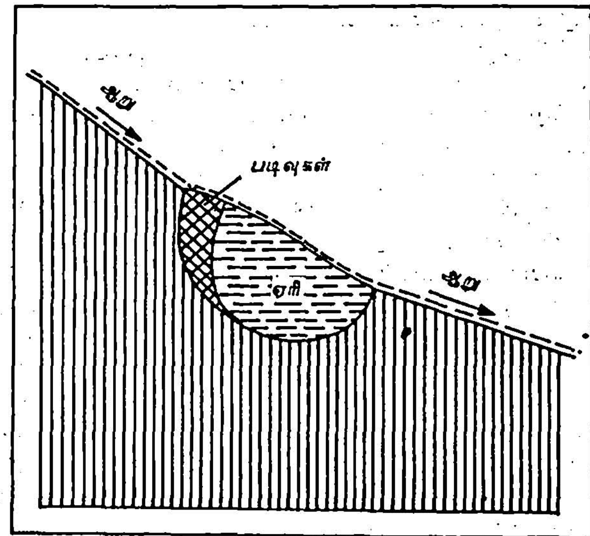


படம் 1. நயாகரா அருவி (ஒளிப்படம்)

ஆறுகளின் வேகமும் ஆற்றலும் மிகுதியாக இருக்கும். இந்நிலையில் இருக்கும் ஆறுகள் இளநிலை ஆறுகள் (youthful rivers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சூழ் நிலைகள் ஆற்றிற்கு மிகுதியான திறனை அளித்தால் அந்த ஆறு இள, முழு வளர், மூப்பு நிலைகளிலும் முழுவளத்துடனேயே இயங்க முடியும். இந்நிலையில் காணப்படும் ஆறுகளின் நிலச்சரிவு மிகவும் செங்குத் தாக (very steep) இருக்கும். இந்த ஆறுகளின் போக் கில் மிகப்பெரியஆழமான பள்ளங்கள் (deep ditches) காணப்படும். மேலும் ஆறுகள் இந்நிலையில் 'V' வடிவப் பள்ளத்தாக்குகள் ('V' shaped valleys) ஆற் றுப் படுகையில் குடக்குழிகள் (pot holes) ஆழமான குறுகிய பள்ளத்தாக்குகள், மலையிடுக்குகள் (gorges) ஆற்றுக் குடைவுகள் ஆகிய நில அமைப்புகளை உண் டாக்குகின்றன. மேலும் இந்நிலையில் நிலச் சரிவு திடீரென மாறுமிடங்களில் அருவிகள் (water falls) உண்டாகின்றன. அதாவது கடினப் பாறையை அடுத்துள்ள மென்பாறைகள் விரைவில் சிதையும். அவ்வாறு சிதைந்த பள்ளத்தில் கடினப் பாறை மீதி ருந்து நீர் செங்குத்தாக விழும்போது நீர்வீழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. ஆற்றுப் படுகையில் பெரிய பள்ளங் களோ, பெரிய குழிகளோ இருந்தாலன்றி அதன் குறுக்கே ஏதேனும் தடை அல்லது தடுப்பு இயற்கை யாகவோ, செயற்கையாகவோ இருந்தால் அங்கெல் லாம் ஏரிகள் ஏற்படுகின்றன. ஆறு ஏரியில் நுழைந்த வுடன் அதன் வேகம் தடைப்பட்டுத் தான் சுமந்து வரும் பொருள்களில் சிலவற்றை ஏரியில் படிய வைக் கிறது. ஏரியினின்றும் வழிந்து செல்லும் ஆறு தன் படுகையை ஆழமாக்கிக் கொள்கிறது.



படம் 2. இளநிலை ஆற்றுப்போக்கில் அருவி



படம் 3. இளநிலை ஆற்றுப்போக்கில் ஏரி

இளவாறுகளின் போக்கில் துணையாறுகள் நன்கு வளர்ச்சியடைகின்றன. துணையாறுகள் தங் கள் போக்கில் பல வகையான வடிகாலமைப்புக் களை (drainage systems) உண்டாக்குகின்றன.

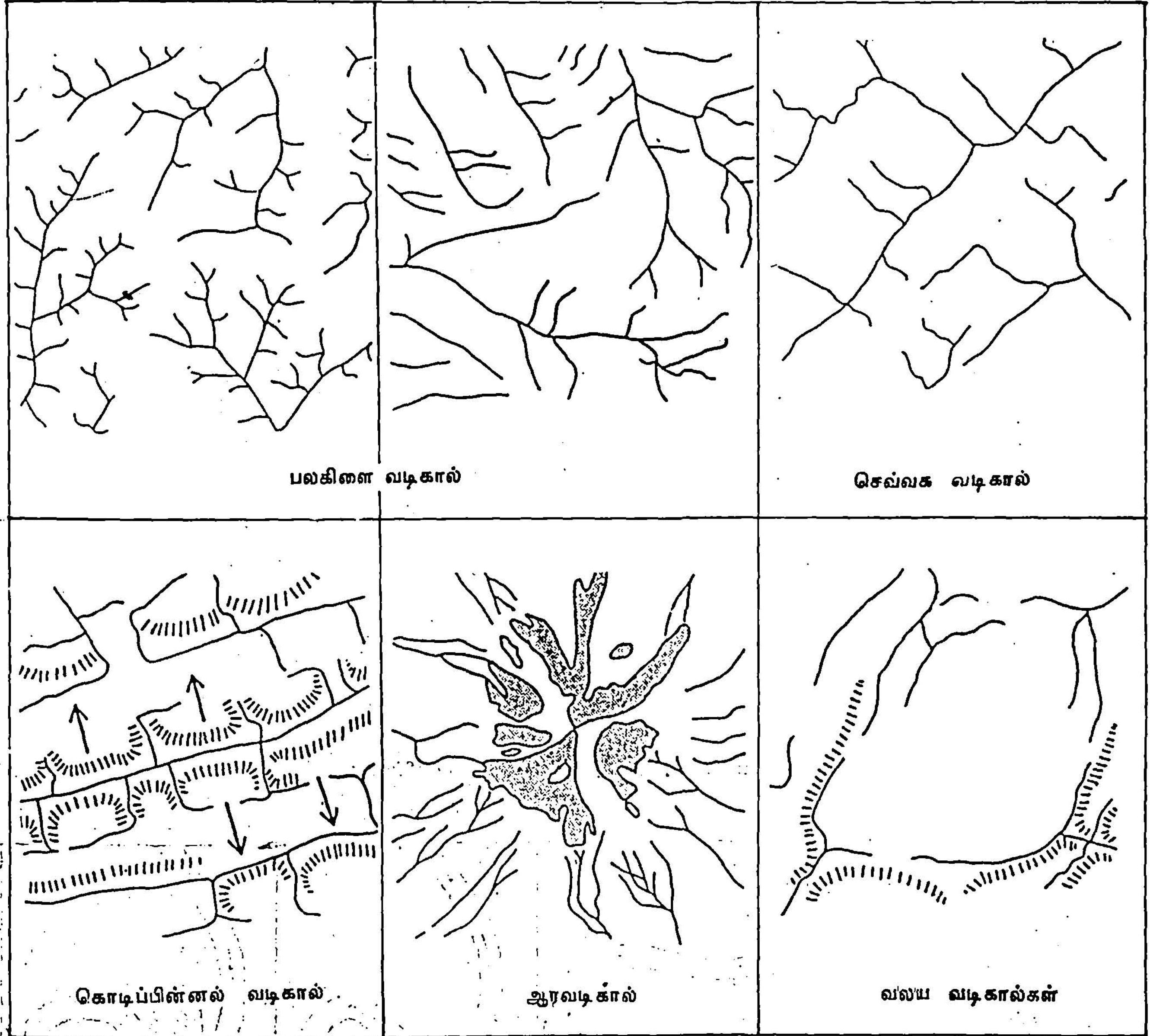
பலகிளை வடிகால். சில சமயம் ஆற்றின் வடிகால் கள் செழித்த ஒருமரத்தின் தோற்றத்தைப் போலி ருக்கும். இது பலகிளை வடிகால் (dendritic drainage) எனப்படும். இந்த அமைப்பு அனற்பாறைகளிலும், கிடை அமைப்புள்ள படிவுப் பாறைகளிலும் (horizontal sedimentray rocks) காணப்படும்.

செவ்வக வடிகால் (rectangular drainage). சில சமயம் பெயராப் பிளவுப் (joint) பாறைப்பகுதிகளில் ஆறுகளின் போக்கு நேர் கோண வடிவில் அமைந் திருப்பதைக் காணலாம். இது செவ்வக வடிகால் எனப்படும்.

ஆரவடிகால். சில சமயம் எரிமலைப் பகுதிகளில் எரிமலைக் கூம்புகளினின்றும் பாயும் ஆறுகள் எரிமலை உச்சியினின்று எல்லாத் திசைகளிலும் ஓடும். இவ்வகை அமைப்பைத் தனித்திருக்கும் பெருங் குன்றுகளிலும் காணலாம். இது ஆரவடிகால் (radial drainage) எனப்படும்.

கொடிப்பின்னல் வடிகால். சில சமயம் பெருந் துணையாறுகள் மென்பாறைப் பகுதிகளில் பலவகை யான திசைகளில் திடீர் அருவிகளை உண்டாக்கு கின்றன. ஒன்றுக்கொன்று எதிரும் புதிருமாகப் பல கோணங்களில் அருவிகளை உண்டாக்கிப் பின் ஆறு களாக ஓடுகின்றன. இவை கொடிப் பின்னல் வடி கால்கள் (trells drainage) எனப்படும்.

இளவாறுகளின் நிலையில் ஆறுகளின் தலைமைத் திசை அரிப்பால் அவை தங்களின் கீழே ஓடும் ஏனைய சிறிய ஆறுகளையும் தங்கள்பால் சேர்த்துக்



படம் 4. ஆற்று வடிகால்கள்

அ. பலகிளை வடிவால் ஆ. செவ்வக வடிகால் இ. ஆரவடிகால் ஈ. கொடிப்பின்னல் வடிகால்

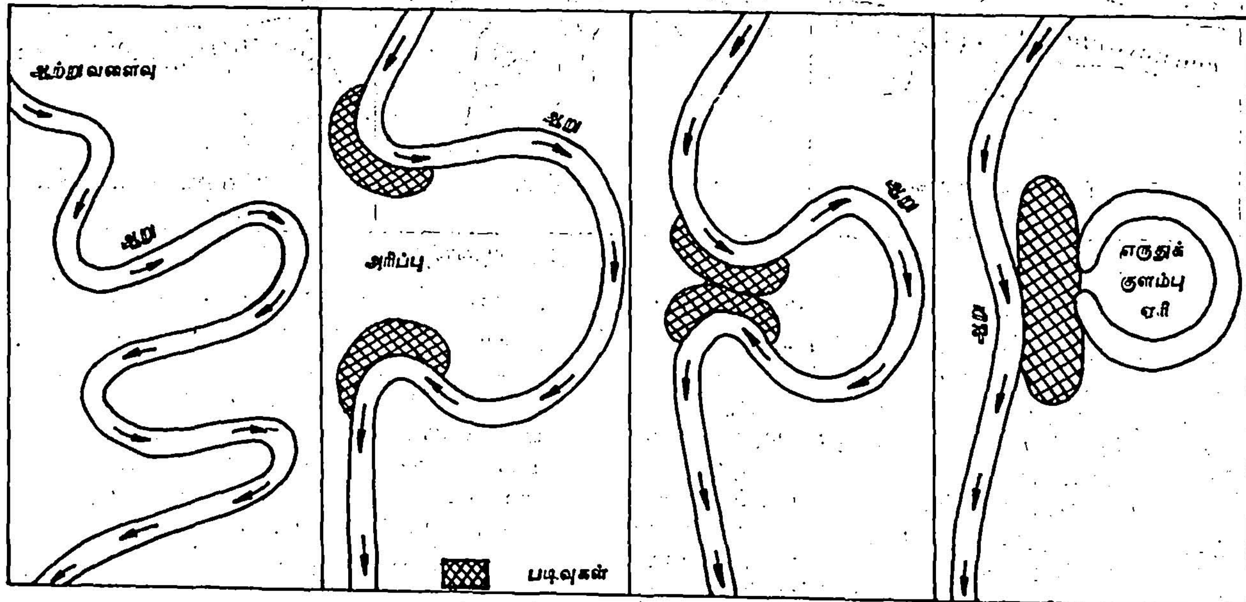
கொள்கின்றன. தலைத்திசை அரிப்பின்போது ஆறுகளின் வேகம் மிக அதிகமாக இருப்பதே காரணம் ஆகும். இவ்வாறாகப் பெரியஆறு சிறிய ஆறுகளைத் தன்னகத்தே சேர்த்துக் கொள்ளும்போது ஆற்றில் நீரின் அளவு மிகுந்திருக்கும். இந்நிலை ஆறு மிகை வளம் பெறல் (rejuvination) என்றழைக்கப்படுகிறது. ஆற்றின் ஆற்றலும் இப்போது மிகுந்து காணப்படும். பின்னர். நீர் கவரப்பட்ட சிற்றாறு (captured river) வறண்ட பள்ளத்தாக்கைப்போல் காணப்படும்.

முழுவளர்நிலை ஆறுகள். இந்த ஆறுகளின் வேகம் குறைந்து உயர்மட்ட நிலத்தைக் கடந்து சமவெளியை அடையும் ஆற்றுப் பகுதிக்கு முழுவளர்நிலை என்று பெயர். இந்நிலையில் ஏற்படும் பக்கவாட்டு அரிப்பால் கரைகள் அகலப் படுத்தப்படுகின்றன. மலையினின்று உருட்டி வரப்படும் பெரிய கற்கள் படிய வைக்கப்படுகின்றன. இந்நிலையில் கடத்தல் தொழில் நன்கு நடைபெறுகின்றது.

இந்நிலையில் ஆறுகளின் படுகை அகன்று வெள்ளச் சமவெளியாக மாறுகிறது. இப்படி ஆறுகள் வெள்ளச் சமவெளியை உண்டாக்கும்போது ஆற்று வழிநெடுகப் பல பெரிய வளைவுகள் உண்டாக்கப்



படம் 5. ஆற்று வளைவுகள் (ஒளிப்படம்)



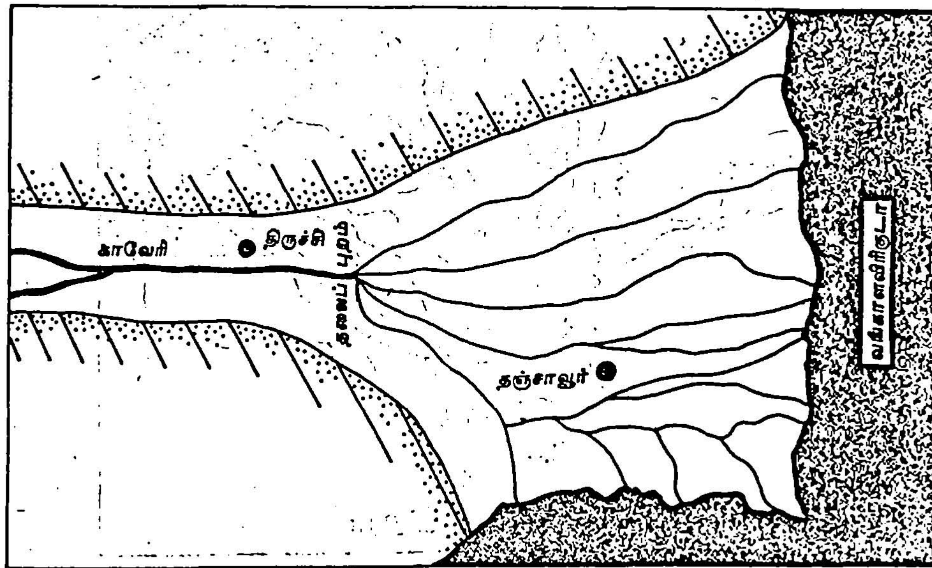
படம் 6. ஆற்று வளைவுகள்

படுகின்றன. இவை ஆற்று வளைவுகள் (meanders) எனப்படுகின்றன. இவற்றால் ஆற்றின் நீளம் அதிகரிக்கிறது. இந்த ஆற்று வளைவுகள் விரிவடையும் போது அவை துண்டிக்கப்படுகின்றன.

ஆற்று வளைவின் குறுகிய கழுத்துப் பகுதியின் இருக்கரைகளிலும் அரிப்பு மிகுதியாக இருந்தால் வளைந்து செல்லும் ஆறு துண்டிக்கப்படுகிறது. இறுதியில் ஆறு வந்த வழியே செல்லாமல் குறுக்கே வெட்டிக்கொண்டு நேராகப் பாயும். இவ்வாறு துண்டிக்கப்பட்ட ஆறு குருட்டாற்று வில் அல்லது எருதுக்குளம்பு வடிவ ஏரி எனப்படும் (oxbow lake). இந்த ஏரி நாளடைவில் மென்மையான வறண்ட சதுப்பு நிலமாகி இறுதியில் வறண்டு விடும்.

முழுநிலை ஆறுகளில் நீர் பெருகியுள்ள காலத்தில், கரையை மீறி வழியும் நீர் வெள்ளச் சமநிலத்தை வெள்ளக் காடாக மாற்றிவிடும். ஆற்றின் வேகம், ஆற்றுப் பாதையின் மையத்தில் மிகுந்தும் ஓரங்களில் ஆழமற்ற தன்மையால் குறைந்துமிருக்கும். இதனால் ஆற்றின் கரைகளில் படிவுகள் காணப்படும். இப்படிவுகள் ஆற்றின் கரைகளை உயர்த்தி இயற்கையான உயரணைத் தொடர்களாகக் (natural levees) காணப்படுகின்றன. இத் தொடர்கள் ஆற்றை அடுத்துள்ள தாழ்நிலத்தை வெள்ளத்தினின்றும் பாதுகாக்க உதவுகின்றன. துணையாறுகள் உயரணைத் தொடர்களுக்கு இணையாக வெள்ளச் சமநிலத்தில் பாய்ந்து உயரணை இல்லாத இடத்தில் தலைமை ஆற்றுடன் கலக்கின்றன. இவ்வாறாகத்தலைமைஆற்றுடன் சேரும் எல்லாக் கிளையாறுகளும் ஏதாவது ஒரு வகை ஆற்றுத் தொடரை (river system) உண்டாக்கி எல்லா அருவிகளின் பாதைகளையும் சீராக்குகின்றன. இதன்பின் ஆற்றுத் தொடர், சிதைவாலும், அரிப்பாலும் உண்டாகும் சுமைகளைக் கொண்டு செல்லும் திறனுள்ளதாய்க் காணப்படும். இந்த நிலை ஆறுகளின் இறுதிக் கட்டத்தில், வெள்ளச் சமநிலத்தின் அகலம், ஆற்று வளைவு மண்டலத்தின் அகலத்தைப் போன்று பன்மடங்கு மிகுதியாயிருக்கும். இதனால் தானாகவே சுமையைக் கொண்டு செல்லும் திறன் குறையப் படிவுப் படிதல் நிகழத் தொடங்குகின்றது.

மூப்பு நிலை ஆறுகள். சரிவு மிகக் குறைந்த சமவெளிப் பகுதியில் வளைந்து சென்று கடலில் கலக்கும் ஆற்றுப் பகுதிக்கு மூப்புநிலை ஆறு என்று பெயர். இந்நிலையில் படிதல் தொழில் வேகமாக நிகழ்கிறது இப்படிவுகள் மெல்லிய வண்டல் போர்வை போல் விசிறி வடிவில் காணப்படும். இதற்கு வண்டல் விசிறிகள் (alluvial fans)என்று பெயர். பெரும்பாலான ஆற்றுக் கழிமுகங்கள் மேலே கூறிய வண்டல் விசிறிப் படிவுகளால் அமைந்திருக்கும். எனவே இப்பகுதிகள் வேளாண்மைக்கு ஏற்ற வளமான பகுதிகளாகும். எடுத்துக்காட்டாக, காவேரி, கோதாவரிக் கழிமுகப் பகுதிகள், நைல் கழிமுகம் போன்றன. மலையடிவாரங்களில் கூட வண்டல் விசிறிகள் சிறப்பாக அமைந்திருக்கும். ஆற்றுநீர் கடல் அல்லது ஏரியில் முடிவடையும் போது, படிவுகளைக் கொண்டு கழிமுகத்தை உண்டாக்குகின்றது. இந்நிலையில் நீரின் போக்கு மிகவும் குறைவு. படிதல் விரைவாக நிகழ்கிறது. கழிமுகங்கள் பொதுவாக முக்கோண வடிவில் காணப்படுகின்றன. முக்கோணத்தின் மேல்முனை கழிமுகத்தின் தலைப்புறமாகும். ஆற்றின் வழியில்



படம் 7. காவேரி ஆற்றின் கழிமுகம்

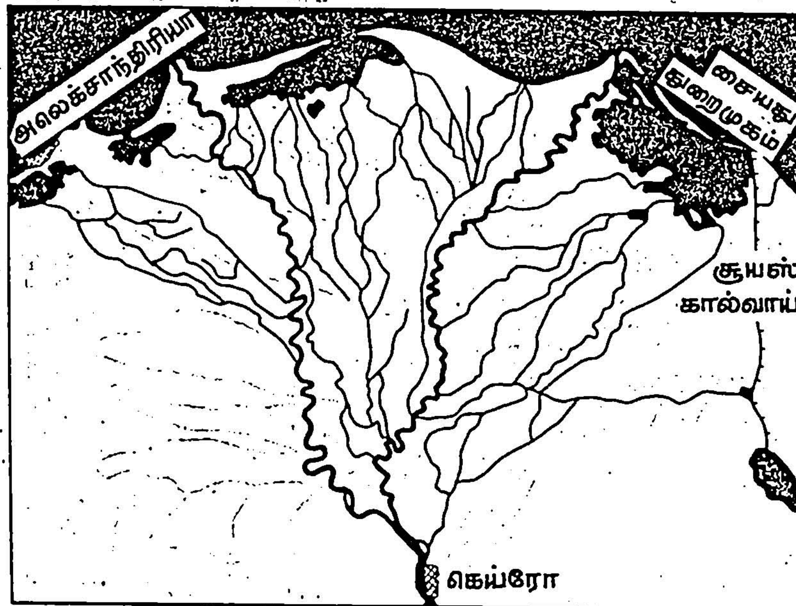
அவ்விடத்திலின்று கிளையாறுகள் (distributories) பிரியத் தொடங்குகின்றனவோ அவ்விடமே கழிமுகத்தின் தலைப்புறம். ஆற்றின் பாதை வண்டலால் அடைக்கப்படுவதால் ஆறு கரைகளை உடைத்துக் கொண்டு பல கிளைகளாகப் பிரிந்து பாயும். கழி முகப் பகுதியில் பல ஆற்று வளைவுகளால் பின்னலைப் போன்று ஆறுகள் பின்னப்பட்டுப் பாய்வது இயற்கையான காட்சியாகும். இந்நிலையில் வேகம் குறைவதால் சில ஆறுகள் தலைமை ஆறுகளினின்று துண்டிக்கப்படலாம். இவ்வாறு துண்டிக்கப்பட்ட ஆற்றின் பகுதிகள் ஏரிகளாகவும், சதுப்பு நிலங்களாகவும், அடர் சேற்று நிலங்களாகவும் (swamps) மாறலாம்.

ஆற்றின் இந்த இறுதி நிலையில் காணப்படும் மற்ற நிலத் தோற்றங்களைப் பின் கூறப்படும் விளக்கங்களால் தெளிவுபடுத்தாலம். கடற்கரையில் ஆற்றுப்படிவுகள் சில இடங்களில் மணல் தடைகளாகக் (sand bars)காணப்படும்.இவை நிலப்புறத்தில் ஏரிகள், காயல்கள் (lagoons) உருவில் உள்ள நீர்த்தேக்கங்களைப் போன்றவை. மேலே கூறிய கழிமுகத்தின் மேற்புற விரிவு பலகாரணங்களால் சிதைவடைந்து மேலும் விரிவடையலாம். கடலில் அமைந்த கழிமுகங்களில் அலைகளாலும், நீரோட்டங்களாலும் மாற்றம் உண்டாகும். எடுத்துக்காட்டாக, வட அமெரிக்காவின் தென்பகுதியிலுள்ள மிசிசிபி ஆற்றுக் கழிமுகம் பறவைக்கால் (birds foot delta) போன்ற அமைப்பைக் கொண்டது.

சில ஆறுகள் கடலில் சேருமிடத்தில் கழிமுகம் தோன்றுவதில்லை. அவற்றின் போக்கு, படிதலின்றி ஆழமாய் அமைந்துள்ளது. கடல் மட்டத்தின் கீழ், ஆழத்தில் படிவு உண்டாகிறது. ஆற்றில் சுமையளவு குறைவாக இருக்கும்போது திறன்மிக்க கடலின் ஓத நீரோட்டம் (tidal current) ஆற்றுக் கழிமுகத்தை வண்டலின்றி அமைக்கும். ஆழமான பல நீரோட்ட வழிகளுடனிருக்கும் இவை, ஓதம் பொங்கு கழிமுகம் (estuaries) எனப்படும். இதனால் ஆற்றுப் பாதைகளின் வழியாகக் கப்பல் உள் நாட்டிற்குச் செல்ல முடியும்.எனவேதான் இதன் கரையோரங்களில் துறைமுகங்கள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக,வட அமெரிக்காவிலுள்ள மிசிசிபியின் துறைமுகங்கள், செயிண்ட் லாரன்சு ஆற்றின் கரையோரத் துறைமுகங்கள், இந்தியாவில் கங்கை ஆற்றுக் கழிமுகத்திலமைந்த கல்கத்தா துறைமுகம், நைல் பேராற்றின் கழிமுகத்திலமைந்த அலெக்சாந்திரியா துறைமுகம் ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

நில இயல் அறிஞர்களும் மற்ற அறிஞர்களும் ஆறுகளின் நீளத்தையும், ஆறுகள் வளப்படுத்தும் பரப்புகளையும் கருத்திற்கொண்டு உலக முக்கிய ஆறுகள் இவையென வரையறுத்தனர். உலகிலேயே மிக நீளமான ஆறுகள் என்ற வரிசையில் நிலக்கோளத்தில் கிழக்கு அரைப்பகுதியிலும் மேற்கு அரைப் பகுதியிலும் உள்ள ஆறுகளைக் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

மேற்கூறிய இடங்களில் காணப்படும் ஆறுகளில் மிக நீளமான பேராறு நைல் ஆறே ஆகும். இரண்டா



படம் 8. நைல் ஆற்றுக் கழிமுகம்

உலகில் உள்ள முதன்மையான ஆறுகள்

அட்டவணை 1. நிலக்கோள மேற்கு அரைப் பகுதியிலுள்ள மிக நீளமான ஆறுகள்.

எண்	ஆறுகள்	பாயும் நாடு	நீளம் கிலோ மீட்டரில்
1.	அமேசான்	தென் அமெரிக்கா	6437
2.	மெக்கன்சி	வட அமெரிக்கா	4237
3.	மிசிசிபி	வட அமெரிக்கா	3779
4.	மிசௌரி	வட அமெரிக்கா	3726
5.	புருசு	தென் அமெரிக்கா	3380
6.	மெரிரா	தென் அமெரிக்கா	3240
7.	சாவோபிரான்சிஸ்க்கோ	தென் அமெரிக்கா	3199
8.	செயின்ட்லாரன்சு	வட அமெரிக்கா	3058
9.	ரியோகிராண்டி	வட அமெரிக்கா	3034
10.	பரானா	தென் அமெரிக்கா	3034
11.	யூகான்	வட அமெரிக்கா	2843
12.	பராகுவே	தென் அமெரிக்கா	2549
13.	கொலராடோ	வட அமெரிக்கா	2334
14.	நீக்ரோ	தென் அமெரிக்கா	2253

அட்டவணை 2. நிலக்கோளக் கிழக்கு அரைப் பகுதியிலுள்ள மிக நீளமான ஆறுகள்

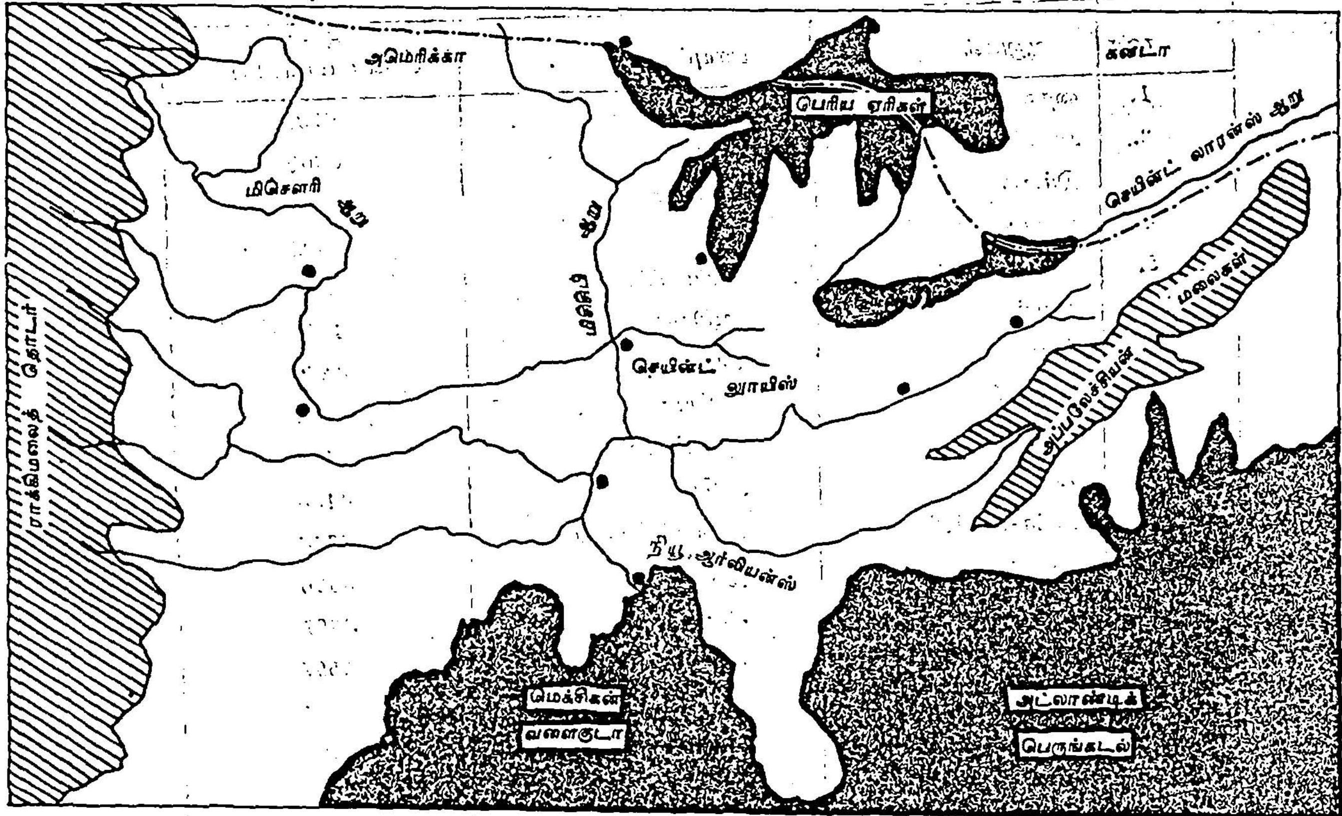
எண்	ஆறுகள்	பாயும் நாடு	நீளம் கிலோ மீட்டரில்
1.	நைல்	ஆப்பிரிக்கா	6738
2.	யாங்கி	சீனா	6300
3.	இர்டிசு	ஆசியா	4442
4.	உவாங்கோ	சீனா	4828
5.	காங்கோ	ஆப்பிரிக்கா	4371
6.	ஆமூர்	ஆசியா	4353
7.	லீனா	ஆசியா	4270
8.	மீகாங்	ஆசியா	4283
9.	நைசர்	ஆப்பிரிக்கா	4184
10.	எனிசி	ஆசியா	4130
11.	மர்ரே-டார்லிங்	ஆஸ்த்திரேலியா	3718
12.	அல்பா	ஐரோப்பா	3690
13.	ஆப்	ஆசியா	3697
14.	யூப்பிரட்டீசு	ஆசியா	3597
15.	பிரம்மபுத்திரா	ஆசியா-இந்தியா	2897
16.	சிந்து	ஆசியா-இந்தியா	2897
17.	கங்கை	ஆசியா-இந்தியா	2500
18.	டான்யூபு	ஐரோப்பா	2858

வதாக இடம் பெறுவது தென் அமெரிக்காவில் பாயும் அமேசான் ஆறு ஆகும்.

உலக முக்கிய ஆற்றுச் சமவெளிகள்

ஆறுகள் பாய்ந்து வளப்படுத்தும் நிலப்பரப்புகள் ஆற்றுச் சமவெளிகள் எனப்படும். உலகில் ஒரே சமயத்தில் தோன்றிய நாகரிகங்களெல்லாம் ஆற்றுச் சமவெளிகளில்தான் முதன் முதல் தோன்றின. எடுத்துக்காட்டாகச் சிந்து சமவெளி நாகரிகம், டைகிரீசு யூப்ரடீசு ஆற்றுச் சமவெளி நாகரிகம் என்பன (அது மெசப்டோமியா என்றழைக்கப்பட்டது). ஆற்றுச் சமவெளிகள், அவை பாயும் நாடுகளின் பொருளாதார முன்னேற்றத்தில் இன்றியமையாத பங்கு பெற்றுள்ளன. வட அமெரிக்காவிலுள்ள மிசிசிப்பி, மிசௌரி ஆற்றுச் சமவெளிகள், தென் அமெரிக்காவிலுள்ள அமேசான் ஆற்றுச் சமவெளி, இங்கிலாந்தில் தேம்ஸ் ஆற்றுச் சமவெளி, ஆப்பிரிக்காவில் நைல் ஆற்றுச் சமவெளி, ஐரோப்பாவின் ரோம் ஆற்றுச் சமவெளி, ஒல்கா, செவர்ன் டான்யூப் ஆற்றுச் சமவெளிகள், ஆசியாவின் சிந்து, கங்கை பிரம்மபுத்திரா ஆற்றுச் சமவெளிகள், பர்மாவின் ஐராவதி ஆற்றுச் சமவெளிகள், சீனாவில் யாங்சி, உவாங்கோ ஆற்றுச் சமவெளிகள், ஆஸ்திரேலியாவில் மர்ரே—டார்லிங் ஆற்றுச் சமவெளி ஆகியயாவும் உலகில் மிக முக்கியமான பெரிய வளங் கொழிக்கும் ஆற்றுச் சமவெளிகளாகும். மேற்கூறிய ஆற்றுச் சமவெளிகளில் முக்கியமான நகரங்கள் காணப்படுகின்றன. மிசௌரி மிசிசிபி ஆறுகள் 1, 243, 700 சதுர மைல் சமவெளிப் பரப்பை வளப் படுத்துகின்றன. அமேசான் ஆறு 2, 722, 000 சதுர மைல் பரப்பை வளப்படுத்துகின்றது. நைல் ஆறு 1, 812, 500 சதுர மைல்களை வளப்படுத்துகின்றது. கங்கை, பிரம்மபுத்திரா ஆறுகள் 777, 000 சதுர கிலோ மீட்டர் பரப்பை வளப்படுத்துகின்றன.

மிசிசிபி-மிசௌரி ஆற்றுச் சமவெளி. வட அமெரிக்காவில் 90 விழுக்காடு நிலப்பரப்பை இந்த ஆற்றுச் சமவெளி வளப்படுத்துகின்றது. இச்சமவெளி மேற்கே ராக்கி மலையடிவாரத்திலிருந்து கிழக்கே அப்பலேச்சியன் மலையடிவாரப் பகுதிவரை பரந்து விரிந்து காணப்படுகின்றது. மேலே உள்ள படத்திலுள்ளது போல் மிசிசிபி ஆறு சுப்பீரியர் ஏரிக்கு மேற்கே சில கிலோமீட்டர் தொலைவில் தொடங்கி வட அமெரிக்காவின் மையப் பகுதியில் ஓடி இறுதியில் மெக்சிகன் வளைகுடா கடலில் கலக்கிறது. இதன் மிகப் பெரிய துணை ஆறான மிசௌரி மேற்கே இராக்கி மலைத் தொடரில் பிறந்து மையச் சமவெளியில் பாய்ந்து மிசிசிபியுடன் செயின்ட் லூயிசு நகரில் சேர்ந்துவிடுகிறது. இச்சமவெளியின் வளங்கள் சொல்லிலடங்கா



படம் 9. மிசிசிபி-மிசௌரி ஆற்றுக் கழிமுகம்

ஆற்றில போக்குவரத்து, பாசனம், மின்சாரம் குடிநீர் ஆகிய பல பொருளாதார வள முன்னேற்றங்களுக்கு இவ்வாற்றின் சமவெளி நிலைக்களனாக உள்ளது. மிசிசிபிக்குப் பனிமலைகளினின்று பனி ஆறுகளால் தொடர்ந்து நீர் கிடைத்துக் கொண்டேயிருப்பதால் இந்த ஆற்றில் நீரோட்டம் குறையாமலிருந்து கொண்டேயிருக்கும், மிகுதியான நீர்ப் போக்கால் ஆற்றங்கரையோரங்களில் அடிக்கடி வெள்ளம் ஏற்படும். மிசிசிபி கடலோடு நியூ ஆர்லியன்ஸ் நகரைத் தாண்டி 100 மைல் தொலைவில் சேருகிறது. இந்நகரம் முக்கிய துறைமுகமாகும். மிசிசிபி, மிசௌரி ஆற்றின் போக்கில் பல முக்கிய துறைமுகங்களும், நகரங்களும், தொழிற்சாலைகளும் அமைந்துள்ளன. மிசிசிபி ஆற்றுச் சமவெளியின் கிழக்கே நியூயார்க், பாஸ்ட்டன், ஃபிலடெல்பியா, பால்ட்டிமோர் ஆகிய முக்கிய துறைமுகப் பட்டினங்கள் அமைந்துள்ளன. இந்நகரங்கள் யாவும் இருப்புப் பாதைகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இன்று நாம் காணும் அமெரிக்காவின் முன்னேற்றம், பெரும்பாலும் தொடக்கக் காலத்தில் ஆற்றில் நடைபெற்ற போக்குவரத்தையே முக்கிய காரணமாகக் கொண்டிருந்தது என்றால் அது மிகையன்று.

உலக ஆறுகள், கழிமுகங்கள், துறைமுகங்கள்

ஆசியக் கண்டத்து ஆறுகள். இப்பெருங் கண்டத்தின் மேற்கே நடுகிழக்கு ஆசிய நாடுகளில் ஓடும் ஆறுகள், மெசப்பட்டோமியாச் சமவெளியில் ஓடும் டைகிரீஸ்-யூப்பிரட்டீஸ் ஆறுகள், இந்தியாவின் சிந்து, கங்கை, பிரம்மபுத்திரா ஆறுகள், பர்மாவின் ஐராவதிப் பேராறு, தாய்லாந்தில் மீகாங்கு ஆறு, சீனாவில் யாங்சிகியாங், உங்கோ என மேற்கூறிய ஆறுகள் ஆகியவை மிகப்பெரிய வண்டல் மண் பகுதியை உருவாக்கி நாட்டை வளப்படுத்துகின்றன.

ஐரோப்பியக் கண்டத்து ஆறுகள். ஐரோப்பாக் கண்டத்திலுள்ள ஆறுகளை ஓடும் திசைகளைக் கொண்டு மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, வடக்கு நோக்கி ஓடும் ஆறுகள், (பிரான்சில் லாயர், சீன் ஆறுகள், செருமனியில் ரைன், எல்ப், ஓடர் ஆறுகள், போலந்தில் விசுடுலா ஆறு என்பன) ஆல்ப்ஸ் மலைக்குத் தெற்கு நோக்கி வரும் ஆறுகள், (ஸ்பெயின், போர்ச்சுக்கல் நாடுகளில் பாயும் டியூரோ, தாகஸ், குவாடினா, குவாடல் குவிர் ஆகியவை அட்லாண்டிக், பெருங்கடலில் கலக்கின்றன. ஈப்ரோ ஆறு நடுத்தரைக் கடலில் போய்ச் சேருகிறது. பிரான்சில் ஓடும் ரோன் ஆறு, இத்தாலியில் பாயும் 'போ' ஆறு ஆகியனவும் நடுத்தரைக் கடலில் போய்ச் சேருகின்றன. ஐரோப்பாவின் மிக முக்கிய ஆறான டான்யூபு வட ஆல்ப்ஸ் மலைகளில் உருவாகிக் கிழக்கு, தென்கிழக்காகப் பாய்ந்து மூன்று முக்கிய மலைத் தொடர்களைக் கடந்து இறுதியில் கருங்கடலில் போய்ச் சேருகிறது.) உருசியச் சோவியத்தின் ஆறுகள்: (ஐரோப்பாவின் மிக நீளமான வோல்கா ஆறு பெருங்கடலில் கலக்காமல் உலகில் மிகப்பெரிய உள்நாட்டு உப்பு ஏரியான காசுப்பியன் கடலில் போய்ச் சேருகிறது. உருசியச் சோவியத்தின் பெரும்பகுதி வோல்கா ஆற்றுச் சமவெளியில் அமைந்துள்ளது. தென் உருசியச் சோவியத்தில் பாயும் மான், டினீப்பர் ஆறுகள் கருங்கடலில் போய்ச் சேருகின்றன. வட உருசியச் சோவியத்தில் மேற்கு வடக்கு டுவினா ஆறுகளும் கருங்கடலில் வந்து சேருகின்றன.)

இங்கிலாந்து நாட்டு ஆறுகள். இங்கிலாந்தில் ஓடும் ஆறுகள் மிகச் சிறியவை. இவை மேற்கிலுள்ள மலைத் தொடரிலிருந்து தோன்றிக் கிழக்கில் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் போய்ச் சேருகின்றன. இங்குள்ள ஆறுகளின் வேகம் மிகவும் அதிகம். மேற்கூறிய ஆறுகளினின்று நீர் மின்திறன் (hydro electric power) ஆக்கம் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறுகளின் ஆழம் குறைவாக இருப்பினும் வணிகத் துறையில் இவை மிகவும் பயனுள்ளவை. ஏனெனில் கிழக்குக் கடற்கரையில் அமைந்த இந்த ஆறுகளின் முகப்புப் பகுதிகளில் (fore shore or mouth of the river) முக்கியமான துறைமுகங்கள் உள்ளன. மிகப் பெரிய கப்பல்கள் கூடச் சென்று வர வசதிகள் உண்டு. இவ்வாறுகளில் பொதுவாக வெள்ளமே ஏற்படுவதில்லை. ஒரே சீரான நீரோட்டத்துடனும் துறைமுகங்கள் எப்போதும் தெளிவான போக்குவரத்திற்குரிய சூழலுடனும் ஆண்டு முழுதுமே விளங்கும். எப்போதும் இந்த ஆறுகளில் நீர் உறைவதில்லை. டி, தே, டைன், டீஸ், அம்பர், தேம்ஸ். கிளைடு, மெர்சி, செவர்ன் ஆகியன இங்கிலாந்து ஆறுகள் ஆகும். அயர்லாந்திலுள்ள சென்னான் ஆறு இங்குள்ள வற்றுள் மிக நீளமானது.

ஜெர்மனி. எல்ப்பு, வெசுவர், ரைன் ஆறுகள் வட கடலில் சேருகின்றன. ரைன் ஆற்றின் முழுப்பயனை ஹாலந்து நாடு அடைகிறது. ஏனெனில் ஹாலந்து வழியாகச் சமவெளியில் ஓடித்தான் இறுதியில் இது வட கடலில் சேருகிறது.

நார்வே, சுவீடன். இங்குள்ள ஆறுகள் மிகச் சிறியவை எனினும், நீர் மின்திறன் எடுக்கவும் வெட்டிய மரங்களைக் குறைவான செலவில் மறு கரைக்கு ஆற்றில் மிதக்கவிட்டு எடுத்துக்கொள்ளவும் பயன்படுகின்றன.

அமெரிக்கக் கண்டத்து ஆறுகள். வட அமெரிக்க ஆறுகள் மேற்கில் ராக்கி மலைத்தொடரில் தோன்றிப் பசுபிக் பெருங்கடலில் கலக்கும் ஆறுகள், வடக்கே யூகான் ஆறு, கனடாவில் பிரேசர், கொலம்பியா ஆறுகள் என்பனவாகும். கனடாவில் மெக்கன்சி ஆறு வடக்கு நோக்கி ஓடி ஆர்க்டிக் கடலில் கலக்கிறது. சாசுகெட்சுவான் ஆறும் சிவப்பு ஆறும் வின்னிபெக் ஏரியில் போய்ச் சேருகின்றன. இந்த ஏரியிலிருந்தே தோன்றிய நெல்சன் ஆறு வடக்கு நோக்கி ஓடி ஹட்சன் வளைகுடாவில் கடலொடு கலக்கிறது.

வடஅமெரிக்காவின் நடுச்சமவெளி (centreplain) முழுதும் மிசிசிபி, மிசௌரி ஆறுகளால் வளப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறுகளின் துணை ஆறுகள் அரக்கான் சாஸ், சிவப்பு ஆறு, ஒகியோ என்பன ஆகும். தலைமை ஆறு இறுதியில் மெக்சிகன் வளைகுடாக் கடலில் கலக்கிறது. சிறிய ஆறுகளான அட்சல், மோகாங்கு, டிலாவார், பொடாமக்கு என்பவை மேற்கிலிருந்து, கிழக்காக ஓடி அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் கலக்கிறது. தென் அமெரிக்க ஆறுகள். இங்கு ஐந்து முக்கிய ஆறுகள் ஓடுகின்றன. அவை ஒரினாகோ ஆறு, அமேசான் பேராறு, பரானா, பராகுவே ஆறுகள் காகாமக்ட்லீனா ஆறுகள் ஆகும்.

ஆப்பிரிக்காக் கண்ட ஆறுகள். ஆப்பிரிக்க ஆறுகள் உலக ஆறுகளை விடச் சற்று வேறுபட்டவை. ஏறக்குறைய எல்லா ஆறுகளுமே மேட்டு நிலப் பகுதியின் (plateau) மேலே பாய்கின்றன. எல்லா ஆறுகளிலும் கப்பல், படகுப் போக்குவரத்துக்கள் இயல்பாகத் தடங்கலின்றி நடைபெறுகின்றன. இவற்றில் முக்கிய ஆறு நைல்.இது நடுத்தரைக் கடலில் போய்ச் சேருகிறது. செனீகல், நைசர், காங்கோ, ஆரஞ்சு ஆறுகள் மேற்கே அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் போய்ச் சேருகின்றன. லிம்போபோ, சாம்பசி ஆறுகள் இந்தியப் பெருங்கடலில் போய்ச்சேருகின்றன. இவற்றுள் காங்கோ ஆற்றுச் சமவெளி வளங் கொழிக்கும் மிக முக்கியமான சமவெளியாகும். மற்றும் சகாரா பாலைவனத்தின் கிழக்குப் பகுதியில் அமைந்திருக்கும் எகிப்து, நைல் ஆற்றுச் சமவெளியால் செழித்துப் பேரரசாக விளங்கி வருகிறது. இந்த நைல் பேராற்றுச் சமவெளியின் கழிமுகத் துறைமுகம் பற்றிச் சற்று விரிவாகக் காணலாம்.

நைல் பேராற்றின் கழிமுகப் பகுதியின் அமைப்பு. இது வளைவுக் கழிமுகம் எனப்படும். பல ஆயிரம் சதுரக் கிலோ மீட்டர் நிலப்பரப்பை இந்தக் கழிமுகப் பகுதி வளப்படுத்துகிறது. இப்பேராறு எகிப்திற்கு இயற்கை தந்த அழிவிலாப் பரிசு ஆகும்.

நைல் பேராறு நிலக்கோட்டுப் பகுதியில் அயர்லாந்தைவிடப் பெரிய பரப்பளவைக் கொண்ட விக்டோரியா ஏரியில் தோன்றி வடக்கு நோக்கி ஓடி வருகிறது. இந்த ஏரியின் வடக்கே உகாண்டா நாடு உள்ளது. ஆண்டு முழுதும் வெப்ப மண்டல மழையை இந்த ஏரி பெறுவதால் நைல் ஆற்றில் வற்றாத நீரோட்டத்தைக் காண முடிகிறது. இப்பேராற்றின் குறுக்கே ஓவன் நீர்வீழ்ச்சி அணை, அசுவானிலேயில் இரண்டு அணைகள், நீல நைல் மீது ஒரு அணை எனப் பல அணைகள் கட்டப்பட்டுள்ளன. வடக்கு நோக்கிச் சகாராப் பாலைவனத்தினூடே பாய்ந்து பெரிய கழிமுகத்தை அமைத்துக் கொண்டு இறுதியில் நடுத்தரைக் கடலில் போய்ச் சேருகிறது. நைல் ஆற்றுடன் வெள்ளை நைல், நீல நைல், கறுப்பு நைல் ஆகிய துணை ஆறுகள் சேருகின்றன. நைல் ஆற்றுக் கழிமுகப் பகுதியின் தொடக்கத்தில் தான் எகிப்தின் தலைநகரமான கெய்ரோ நகரம் அமைந்துள்ளது. சோளம், கோதுமை, அரிசி பருத்தி, பழ வகைகள், காய்கறிகள் பெருமளவில் நைல் ஆற்றுக் கழிமுகப் பகுதியில் விளைகின்றன. தேவைக்குப் போக மீதியை எகிப்து அரசு மற்ற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்கின்றது. இதற்கு நைல் ஆற்றின் முகத்துவாரத்தில் அமைந்த இயற்கைத் துறைமுகங்களான அலெக்சாந்திரியாவும், சைட்டும் முக்கியமான பங்கு கொள்கின்றன. அலெக்சாந்திரியா தொன்று தொட்ட மிகப் பழைய துறைமுகமாகும்.

ஆஸ்திரேலியாக் கண்ட ஆறுகள். பெரிய பிரிவு மலைப்பகுதி (great dividing range) என்றழைக்கப்படும். ஆஸ்திரேலியாவின் கிழக்கே வடக்குத் தெற்காக அமைந்திருக்கும் மலைத் தொடரிலிருந்து பிறந்த மர்ரே-டார்லிங்கு ஆறுகள்தாம் இக்கண்டத்தின் முக்கிய ஆறுகளாகும். இவை மேற்காக ஓடிவந்து தெற்கே திரும்பி இறுதியில் தென் பசிபிக் பெருங் கடலில் கலக்கின்றன. இந்த இரு ஆறுகளும் மிகப் பெரிய ஆற்றுச் சமவெளியை உண்டாக்கி வளப் படுத்தியுள்ளன. பாசன வசதியையும் பெருக்கியுள்ளன. இந்த ஆறுகள் கடலுடன் கலக்குமிடத்தில் தான் அடிலெய்டு என்ற துறைமுகப்பட்டினம் அமைந்துள்ளது.

இந்திய ஆறுகள்

இந்தியாவின் ஆறுகளை வட இந்திய, தென்னிந்திய ஆறுகள் என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். வட இந்திய ஆறுகளை வற்றாத ஆறுகள் (perennial stream) என்றும், தென்னிந்திய ஆறுகளைப் பருவ கால ஆறுகள் (ephemeral stream) என்றும் வழங்குவர்.

வட இந்திய ஆறுகள். வட இந்தியாவின் பெரும் பாலான ஆறுகள் பனிமூடிய இமயமலைத் தொடரிலிருந்து தோன்றுவதால் வற்றாத நீரோட்டம் உள்ள ஆறுகளாக இருக்கின்றன. சிந்து, கங்கை, பிரம்மபுத்திரா ஆகியவை முக்கியமான வட இந்திய ஆறுகளாகும்.

சிந்து. இந்த ஆறு 2900 கி.மீ. நீளமுள்ளது. இது இமய மலையிலுள்ள கைலாய மலையில் மான சரோவர் என்ற ஏரியில் உற்பத்தியாகிச் சிந்துமா நிலத்தின் வழியே பாய்ந்து அரபிக் கடலில் கலக்கிறது. இந்த ஆற்றின் முக்கியாமான துணையாறுகள் ஜீலம், சீனாப்பு, ராவி, பியாஸ், சட்லெட்ஜ் ஆகும்.

கங்கை. இந்த ஆற்றின் நீளம் 2500 கிலோ மீட்டர் ஆகும். இது இமயமலைத் தொடரிலுள்ள கங்கோத்ரி என்னும் பனிக்குகையில் தோன்றி ஹரித்துவாரில் சமவெளியை அடைந்து வட இந்திய நடுச்சம நிலத்தின் வழியாகப் பாய்ந்து, பாகீரதி, பத்மா என

இரு பிரிவுகளாகப் பிரிந்து இறுதியில் மேற்கு வங்காளத்தில் வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது.

கங்கையின் முக்கிய துணை ஆறுகள் யமுனை, கோமதி, கோக்ரா, சாரதா, கண்டகி, கோசி, சம்பல் ஆகியனவாகும். கங்கையின் கிளை ஆறுகளில் மிக முக்கியமானது ஹூக்ளி ஆகும். இதன் முகத்துவாரத்தில் தான் இயற்கைத் துறைமுகமான கல்கத்தா நகரம் அமைந்துள்ளது.

பிரம்மபுத்திரா. இப்பேராறு 2880 கிலோமீட்டர் நீளமுடையது. இது இமய மலைப் பகுதியில் திபத்துக்கு அருகில் காங்கோடா என்ற இடத்தில் தோன்றி, 1280 கிலோ தூரம் வரை திபெத் நாட்டின் வழியாகக் கிழக்கு நோக்கிப் பாய்கிறது. பிறகு இந்த ஆறு பிரம்மபுத்திரா என்ற பெயருடன் அஸ்ஸாம் மாநிலத்தில் பாய்ந்து கங்கையின் கிளை ஆறாகிய பத்மாவை அடைந்து இறுதியில் வங்காளவிரிகுடாவில் கலக்கிறது. தென்னிந்திய ஆறுகளை விட, வட இந்திய ஆறுகள் முக்கியம் வாய்ந்தவை. ஏனெனில் இவை வற்றாத நீர்ப் போக்கினைக் கொண்டுள்ளமையால் ஆண்டு முழுதும் நீர்ப்பாசனத்திற்கு நீர் பயன்படுகிறது. பெரும்பாலும் ஆறுகள் சமவெளியிலேயே ஓடுவதால்அவை மிகப் பெரிய வண்டல் மண் படிவை உண்டாக்கிப் பயிர்கள் செழிக்க ஏதுவாகின்றன. மலிவானபோக்குவரத்திற்கு மிக வசதியான நீர் வழிகளைக் கொண்டுள்ளன.

தென்னிந்திய ஆறுகள். தென்னிந்தியத் தக்காண மேட்டு நிலத்தில் தோன்றும் எல்லா ஆறுகளும் இம் மேட்டு நிலத்தின் உயர்ந்த மலைப்பகுதிகளில் தோன்றிக் கிழக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றன. மழைக் காலங்களில் மட்டுமே தொடர்ந்த நீர்ப்போக்கு இருக்கும். மற்ற காலங்களில் சில ஆறுகள் வறண்டும் சில ஆறுகள் ஓடைகள் போலவும் காணப்படும். நர்மதை, தபதி, மகாநதி, கோதாவரி, கிருட்டினா, காவிரி ஆகியவை தமிழ்நாட்டில் ஓடும் பல பெரிய சிறிய ஆறுகள் ஆகும்.

நர்மதை. இந்த ஆறு 1280 கி.மீ. நீளமுடையது. இது மலைத் தொடரில் அமர்கண்டு குன்றுகளில் தோன்றி விந்தியச் சாத்பூரா மலைகளுக்கிடையே மேற்கு நோக்கிப் பாய்ந்து காம்பே வளைகுடாவில் நுழைந்து அரபிக் கடலில் கலக்கிறது.

தபதி. இது 640 கி மீ. நீளமுடையது. மகாதேவக் குன்றுகளில் தோன்றி மேற்கு நோக்கிப் பாய்ந்து அரபிக் கடலில் இறுதியில் கலக்கிறது.

மகாநதி. இந்த ஆறு சுமார் 890 கி.மீ. நீளமுடையது. பஸ்தார் குன்றுகளில் தோன்றி ஒரிசா மாநிலத்தின் வழியாகப் பாய்ந்து சத்திசுகர் சமவெளியை உண்டாக்கி இறுதியில் வங்கக் கடலில் கலக்கிறது.

கோதாவரி. இந்த ஆறு சுமார் 1450 கி.மீ. நீளமுடையது இதன் துணை ஆறுகள் பென்கங்கா, வெயின்கங்கா, வார்தா, மஞ்சீரா, சபரி, இந்திராவதி என்பனவாகும். நாசிக்கு என்னுமிடத்தில் தோன்றுகிறது.

கிருஷ்ணா. இந்த ஆறு 1290 கிலோமீட்டர் நீளமுடையது. இது மேற்கு மலைத் தொடரில் மகாபலேசுவரத்திற்கருகில் தோன்றிக் கிழக்கு மகாராட்டிரம், கர்நாடகம், ஆந்திர மாநிலங்களின் வழியாக ஓடி வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது. துங்கா, பத்ரா, பீமா, வெணி, காட்பிரபா, மலப்பிரபா, தண்டி, மூசி ஆகியன கிருஷ்ணாவின் துணை ஆறுகளாகும்.

தமிழக ஆறுகள். எல்லா ஆறுகளும் பெரும்பாலும்மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையினின்று தோன்றுகின்றன. மேட்டு நிலங்களை அறுத்துக் கொண்டு ஓடுவதால் கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகள் ஒரே தொடராக இல்லாமல் இடைவெளியுடன் அமைந்துள்ளன. தென்மேற்குப் பருவக்காற்றும் வடகிழக்குப் பருவக் காற்றும் பொழியும் மழை நீரே இவ்வாறுகளுக்கான அடிப்படை நீர்ப்பொழிவு ஆகும்.

அட்டவணை 3. முக்கிய இந்திய நீர்மின் திட்டங்கள்

எண்	நீர்மின் திட்டம்	ஆறு
1.	பக்ரா நங்கல் அணை	சட்லெட்ஜ்
2.	சாம்பல் அணை	சாம்பல்
3.	ரீகண்டு அணை	சோனை
4.	கோசி அணை	கோசி
5.	மயூராட்சி அணை	கங்கை
6.	தாமோதர் அணை	தாமோதர்
7.	இராகுட் அணை	மகாநதி
8.	மச்கண்டு அணை	கோதாவரி
9.	நிசாம் சாகர் அணை	கோதாவரி
10.	துங்கபத்ரா	கிருஷ்ணா
11.	பைகாரா	காவிரி
12.	சிவசமுத்திரம்	காவிரி
13.	குந்தா	காவிரி
14.	பரம்பிக்குளம்	ஆழியாறு
15.	மேட்டூர்	காவிரி
16.	பெரியாறு	பெரியாறு
17.	பாபநாசம்	தாமிரவருணி
18.	ஷராவதி	ஷராவதி
19.	கொய்னா	கொய்னா
20.	காக்ரபாரா	தபதி
21.	ஸ்ரீசைலம்	கிருஷ்ணா
22.	மலம்புழா	கல்பாத்தி

அட்டவணை 4. முக்கிய உலக ஆற்று வடிநிலங்கள்

	வடிநிலப்பரப்பு			நீளம்					சராசரி நீர்பாயும் அளவு		
	சதுர மைல்	சதுர கி.மீ.	உலகநிலப் பரப்புடன் ஒப்பிட்ட விழுக்காடு	மைல்	கி.மீ.	ஒரு நொடிக்கான பருமன் அடி	ஒரு நொடிக்கான பரு மீட்டர்	வரிசை எண்	உலக மொத்தத்துடன் ஒப்பிட்ட விழுக்காடு	ஒரு சதுர மைல் பரப்பில் ஒரு நொடியில் பாயும் பரு. அடி	ஒரு சதுரக் கி. மீட்டர் பரப்பில் ஒரு நொடியில் பாயும் பரு மீட்டர்
அமேசான்	2,722	7,050	4.8	4,000	6,437	6,350	180	1	19.2	2.33	.0255
ரியோடிலா, பிலட்டா பரனா	1,600	4,144	2.8	2,485	4,000	777	22	5	2.3	0.48	.0052
காங்கோ	1,314	3,457	2.3	2,914	4,700	1,458	41	2	4.4	1.11	.0121
நைல்	1,293	3,349	2.3	4,132	6.650	110	3	-	0.3	0.09	.0009
மிசிசிப்பி-மிசௌரி	1,244	3,221	2.2	3,741	6,020	650	18	8	2.0	0.52	.0057
ஒபி இர்த்துஷ்	1,149	2,975	2.0	3,362	5,410	558	15	10	1.7	0.49	.0053
எனிசே	996	2,580	1.7	3,442	5,540	671	19	6	2.0	0.67	.0073
லேனா	961	2,490	1.7	2,734	4,400	575	16	9	1.7	0.60	.0065
யாங்த்சே	756	1,959	1.3	3,434	5,494	1,200	34	4	3.6	1.59	.0174
நைகர் (நயாகரா)	730	1,890	1.3	26,000	4,180	215	6	-	0.7	0.29	.0032
ஆமூர்	716	1,855	1.3	1,755	2,824	438	12	10	1.3	0.61	.0066
மெக்கஞ்சி	711	1,841	1.2	2,635	4,241	400	11	-	1.2	0.56	.0061
கங்கை, பிரம்மபுத்திரா	626	1,621	1.1	1,800	2,897	1,360	38	3	4.1	2.17	.0237
புனித லாரன்சு பெரிய ஏரிகள்	565	1,463	1.0	2,500	4,023	360	10	-	1.1	0.64	.0069
வோல்கா	525	1,360	0.9	2,293	3,690	282	8	-	0.9	0.54	.0058
சாம்பசி	514	1,330	0.9	2,293	3,690	251	7	-	0.8	0.49	.0053
சிந்து	450	1,166	0.8	1,790	2,880	194	5	-	0.6	0.43	.0047
ஷட் அல் அராப் (டைகிரிஸ்-யூப்ரட்டிஸ்)	430	1,114	0.8	1,700	2,740	49	1	-	0.1	0.11	.0012
நெல்சன்	414	1,072	0.7	1,600	2,570	81	2	-	0.2	0.20	.0021
மர்ரே டார்லிங்	408	1,057	0.7	2,350	3,780	14	0.4	-	0.04	0.04	.0003

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
டொக்கான்ட்டின்ஸ்	350	906	0.6	1,000	1,610	360	10	-	1.1	1.03	.0112
டான்யூபு	315	816	0.6	1,770	2,850	254	7	-	0.8	0.81	.0088
கொலம்பியா	258	668	0.5	1,210	1,950	247	7	-	0.7	0.96	.0104
ரியோ கிராண்டே	172	445	0.4	1,885	3,040	3	0.08	-	0.01	0.02	.0001
ரைன்	62	160	0.1	820	1,220	78	2	-	0.2	1.26	.0137
ரோன்	37	96	-	500	800	60	2	-	0.2	1.62	.0177
தேம்ஸ்	4	10	-	210	340	3	0.08	-	0.01	0.75	.0082

இவை நீளம் குறைந்தவை. பல நீர்வீழ்ச்சிகள் உள்ளன. எனவே, நீர் மின்சாரம் எடுக்க முடிகின்றது. இவை நீர்ப்பாசனத்திற்கும் பயன்படுகின்றன.

காவிரி. இது 760 கி. மீ. நீளமுடையது. குடகு மாவட்டத்தில் தலைக்காவிரியில் தோன்றிக் கருநாடக மாநிலத்தில் பாயும்போது கண்ணம்பாடி என்னும் இடத்தில் கிருஷ்ணராஜசாகர் என்ற ஓர் அணை இந்த ஆற்றின் குறுக்கே காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த ஆறு சிவசமுத்திரம், ஒகனேக்கல் என்னும் இடங்களில் நீர்வீழ்ச்சிகளை உண்டாக்கியுள்ளது. சேலம் மாவட்டத்தில் இந்த ஆற்றின் குறுக்கே மேட்டூர் அணை கட்டப்பட்டுள்ளது. பவானி, நொய்யல் மணிமுத்தாறு, அமராவதி என்னும் துணை ஆறுகள் காவிரியுடன் கலக்கின்றன. இவை தவிர மேலணை, கல்லணை என இரு அணைகள் கொள்ளிடத்தின் கிளைஆற்றின் மேல் கட்டப்பட்டுள்ளன. தஞ்சை மாவட்டத்தில் காவிரி பல கிளை ஆறுகளாகப் பிரிந்து குடமுருட்டி, வெட்டாறு, அரசிலாறு, வீரசோழன் ஆறு, திருமலைராசன் ஆறு என்ற பெயர்களுடன் ஓடித் தரங்கம்பாடி என்னும் ஊருக்கு வடக்கே பூம்புகார் என்னுமிடத்தில் வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது.

பாலாறு. இது 290 கி. மீ. நீளமுடையது. இது கருநாடகத்தில் நந்தி மலையில் தோன்றி ஆந்திரம் வழியாக வந்து தமிழ்நாட்டில் வட, தென் ஆற்காடு, செங்கல்பட்டு மாவட்டங்களில் பாய்ந்து, சதுரங்கப் பட்டினத்திற்கருகே வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது. செய்யாறு, வேகவதி ஆகியன இதன் துணை ஆறுகள்.

தென்பெண்ணை. இது 420 கி மீ.நீளமுடையது. வட ஆர்க்காடு மாவட்டத்தில் சாத்தனூரில் இந்த ஆற்றின் குறுக்கே இரு அணைகள் கட்டப்பட்டுள்ளன. இது கருநாடகத்தில் சென்னை கேசவ மலையில் தோன்றிப் பின் சேலம், வட, தென் ஆர்க்காடு மாவட்டங்களில் பாய்ந்து கடலூரில் வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது.

வைகை. இது மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் ஏல மலையின் கிழக்குப் பகுதியில் தோன்றி, மதுரை இராமநாதபுரம் மாவட்டங்களில் பாய்ந்து, மன்னார் வளைகுடாவில் கலக்கிறது. மதுரைக்கருகே இந்த ஆற்றின் மீது வைகை அணை கட்டப்பட்டுள்ளது.

தாமிரவருணி இது 120 கி.மீ. நீளமுடையது. இது மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் அகத்திய மலையில் தோன்றி, திருநெல்வேலி மாவட்டத்தில் பாய்ந்து மன்னார் வளைகுடாவில் கலக்கின்றது. இது பாபநாசம் என்னுமிடத்தில் ஒரு நீர்வீழ்ச்சியை உண்டாக்குகின்றது. இதன் துணை ஆறுகள் மணிமுத்தாறு, சிற்றாறு என்பன. சிற்றாறு குற்றாலம் என்னும் இடத்தில் நீர்வீழ்ச்சியை உண்டாக்குகின்றன.

கோதையாறு. இது கன்னியாகுமரி மாவட்டத்தில் பாய்கின்றது. இது மகேந்திரகிரி மலையில் தோன்றி விளவங்கோடு, கல்குளம் ஊர்களின் வழியாகப் பாய்ந்து இறுதியில் அரபிக் கடலில் கலக்கின்றது.

மேற்கூறியவை தவிர மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் தோன்றி அரபிக் கடலில் கலக்கும் சிறிய ஆறுகள் பல உள. அவற்றுள் பெரியாறு, ஷாராவதி, நேத்திராவதி, பொன்னாறு, ஆழியாறு முக்கியமானவையாகும். இந்திய ஆறுகளின் மேல் கட்டப்பட்டுள்ள நீர்மின் திட்டங்கள் அட்டவணை 3 (பக்கம் 641) இலும் ஆற்று முக்கிய உலக வடிநிலங்கள் அட்டவணை 4 இலும் (பக்கங்கள், 643) உள்ளன.

க. மணிமேகலை

ஆறுகளின் செயல்கள்

நிலக்கோளத்தின் மேற்பரப்பில் பெய்யும் மழை நீரில் ஒரு பகுதி நிலத்தின் சரிவுக்கேற்றவாறு நிலப் பரப்பில் ஓடத் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு ஓடும் நீர் சில திசைகளில் சேர்ந்து பாய்ந்து சிறு சிறு ஓடைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. சிற்றோடைகள், பல சேர்ந்து பெரிய ஆறுகளாக உருவாகின்றன. உருகும் பனி மலைகளும், தாழ்வான நிலப் பகுதியிலிருந்து வெளியேறும் நிலத்தடி நீரும், சிறிய அளவில் ஆறுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

ஆறுகள் தோன்றும் இடத்திலிருந்து கடலை அடையும் வரை, அவற்றின் செயல்களால், நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பலவகை நில அமைப்புக்கள் உருவாகின்றன. அத்தகைய செயல்களை அரித்தல் (erosion), கடத்தல் (transport), படிதல் (deposition) என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

அரித்தல் செயல். ஆறுகளின் அரிமானச் செயலால் நிலக் கோளத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ள மண்ணும், பாறைகளும் அரிக்கப்படுவதால் பலவகை நில அமைப்புக்கள் தோன்றுகின்றன. இந்த அரிமானச் செயலை நீரோட்டச் செயல் (hydraulic action), உராய்ந்து சுரண்டல் அல்லது சிராய்த்தல் (abrasion), கரைத்தல் (dissolution), தேய்த்தல் அல்லது உரசல் (attrition) ஆகிய வகைகளில் விளக்கலாம்.

நீரோட்டத்தின் ஆற்றல், ஆறுகள் பாயுமிடங்களிலுள்ள மண், பாறைகள் ஆகியவற்றை விசையோடு தாக்கி நகரச் செய்து, பெயர்த்துச் சென்று விடுகின்றது.

ஆற்றோடு அடித்துச் செல்லப்படும் கற்கள், மணல், வண்டல் முதலியன ஆற்றின் அடிப்பகுதியையும் பக்கப் பகுதிகளையும் அரித்துச்செல்கின்றன. இச் செயலை உராய்ந்து சுரண்டல் அல்லது சிராய்த்தல் எனபர்.

ஆறு ஓடும் பகுதியிலுள்ள, நீரில் கரையக்கூடிய சில பாறைகள், நீரினால் கரைக்கப்பட்டு ஆற்றோடு அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இச் செயலைக் கரைத்தல் எனலாம்.

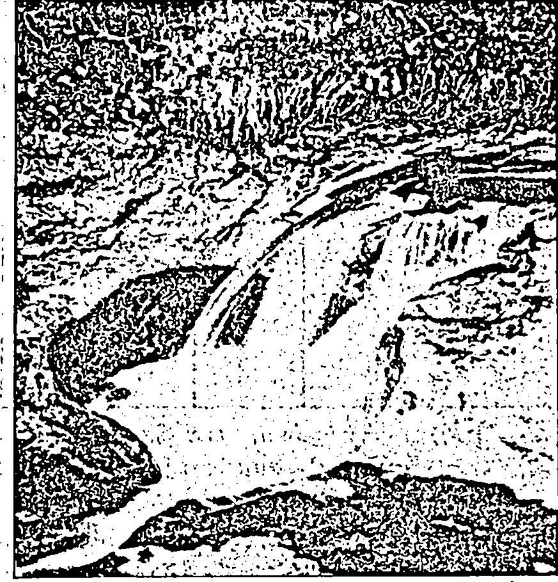
சில சமயங்களில் ஆற்றோடு அடித்துச் செல்லப்படும் கற்கள், உருட்டப்படுவதால் மழமழப்பாகி உருண்டை வடிவம் பெறுகின்றன. சில கற்கள் ஒன்றோடு ஒன்று மோதி உடைந்து, சிறிதாகி கடத்தலுக்கு ஏற்றனவாகி விடுகின்றன. இச் செயலைத் தேய்த்தல் அல்லது உரசல் எனலாம்.

ஆற்று நீரின் அரிப்புத்திறன், ஆற்றின் வேகம், அது எடுத்துச் செல்லும் படிவுகளின் அளவு, ஆறு செல்லும் பகுதியிலுள்ள பாறைகளின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது.

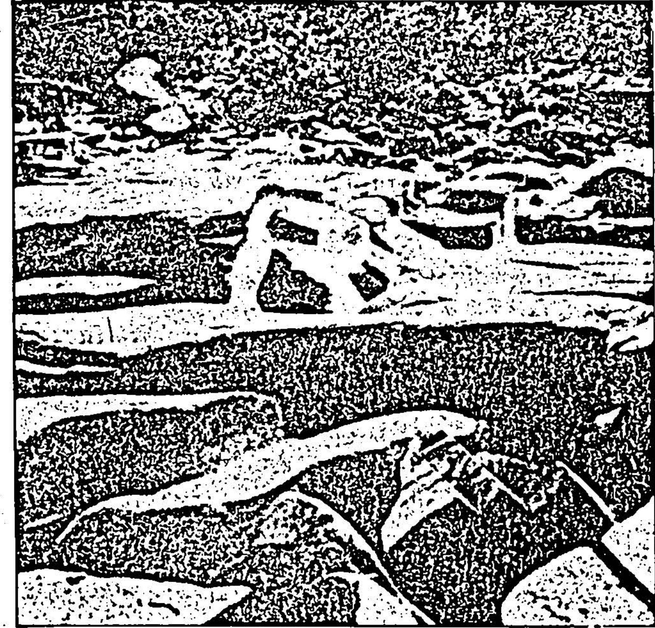
ஆற்றின் அரித்தலால் உருவாகும் நில அமைப்புகள்

குடக்குழிகள். அருவிகளின் அடியிலுள்ள பக்கப் பகுதிகளிலும், நீர் விரைவுகளின் கீழ்ப்புறத்திலுள்ள பக்கங்களிலும், நீர்ச்சுழல்கள் ஏற்படுகின்றன. இச் சுழல்களில், நீருடன் உள்ள மணலும், பரல்களும் சுழன்று, அவற்றின் அடியிலுள்ள பாறைகளைத் தேய்த்து, குடைந்து குடக் குழிகள் (pot holes) உருவாக்குகின்றன.

பள்ளத்தாக்குகள். ஆறுகள் தொடர்ந்து அரித்தல் செயலை மேற் கொள்ளுவதால், நீரோட்டப் பகுதியிலுள்ள பாறைகள், அரிமானத்தால் ஆழப்படுத்தப்பட்டும், அகலப்படுத்தப்பட்டும், நீளப்படுத்தப்பட்டும் மாற்றமுறும்போது பள்ளத்தாக்குகள் (valleys) உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு உருவாக்கப்படும் பள்ளத்தாக்குகள் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் V வடிவில் இருக்கும்.



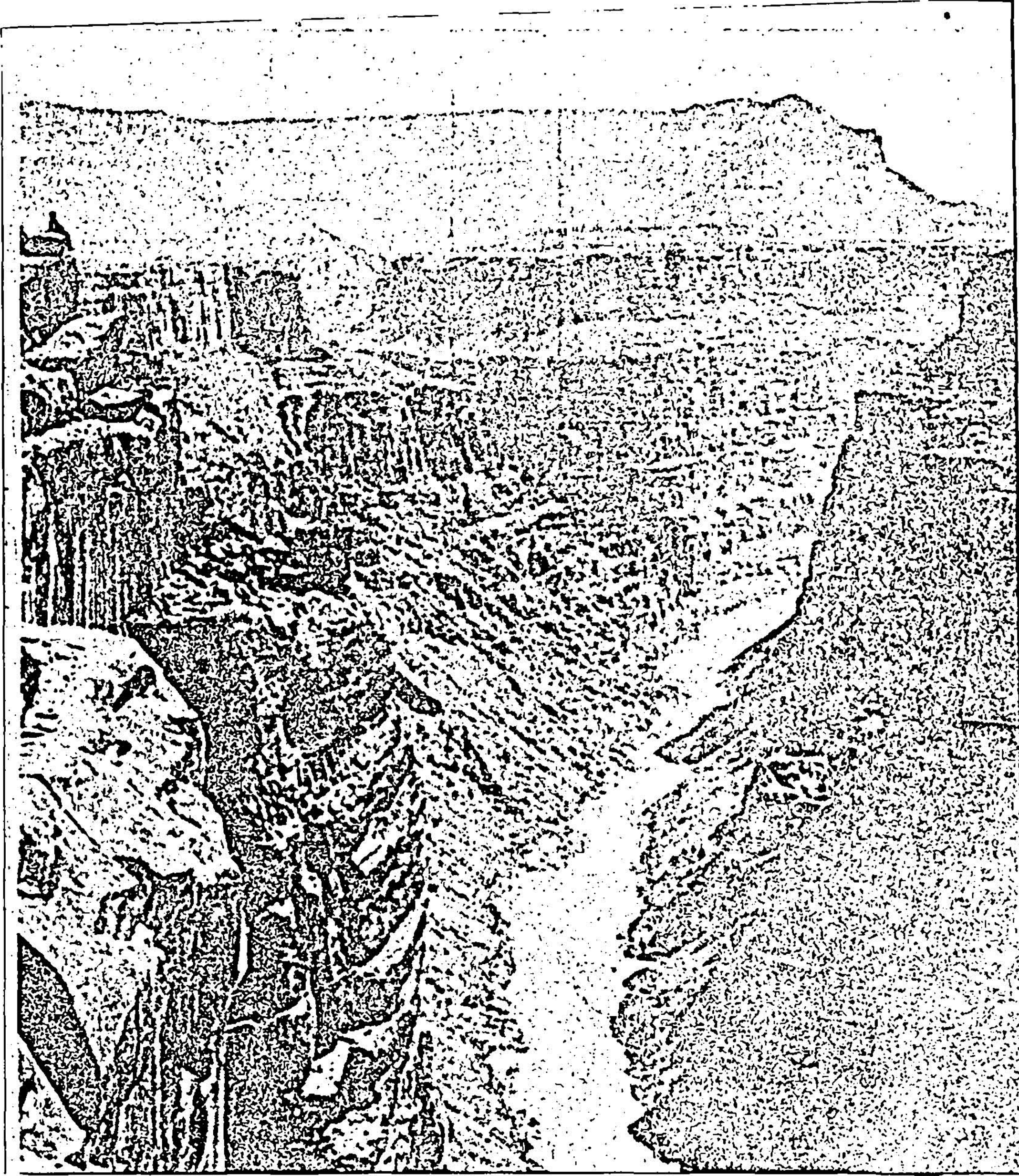
அ. துளைப்புக்குடக்குழிகள்



ஆ. அரிப்புக் குடக்குழி

படம் 1. குடக்குழிகள் (ஒளிப்படம்)

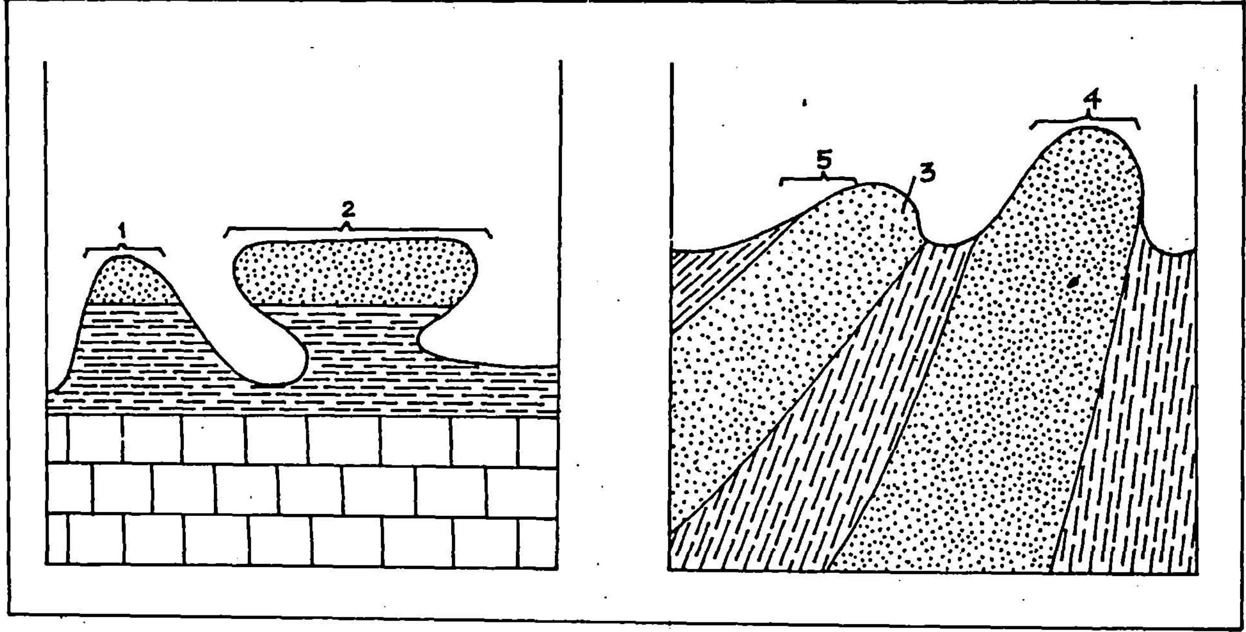
அ. வடக்கு அயர்லாந்து டெர்ஷிபரி பசால்ட்டு மேட்டுநிலத்தில் துளைப்புக் குடக்குழிகள். ஆ. தெற்கு வேல்சில் உள்ள கரி இரும்புக் கால மணற்கற்களில் உள்ள அரிப்புக் குடக்குழிகள்



படம் 2. அரிசோனா. கொலராடோ ஆற்றுப் போக்கில் அமைந்த கிராண்ட் கான்யான் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு (ஒளிப்படம்.)

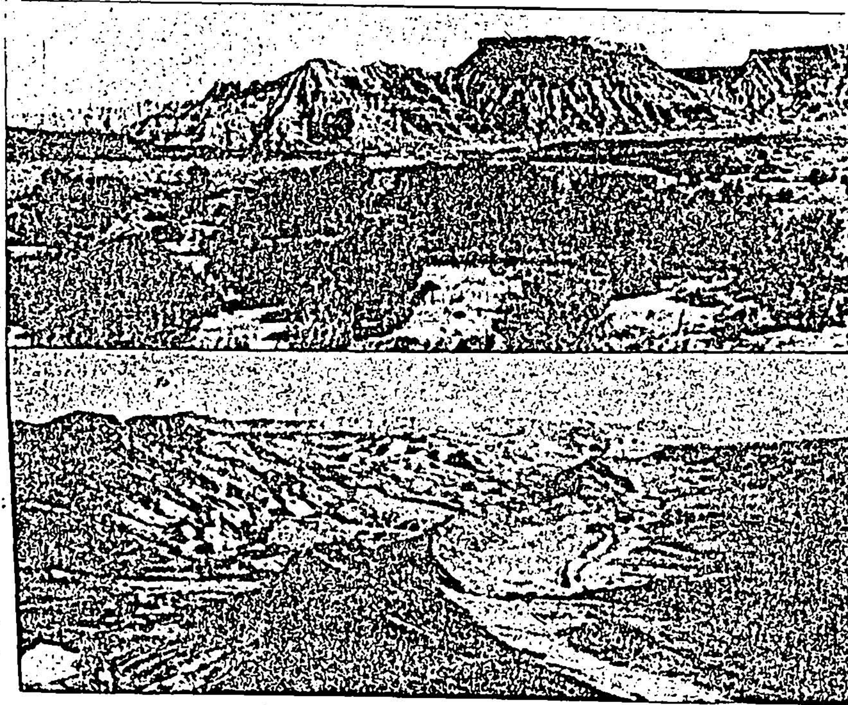
மலைக் கணவாய்கள். இப்பள்ளத்தாக்குகளின் அடிப்புறமும், கரைகளும் மேலும் அரிக்கப்படும் பொழுது, அவை ஆழமாக்கப்பட்டு, செங்குத்தான கரைகளைக்கொண்ட மலைக் கணவாய்கள் (gorges) உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் கண்டிக்கோட்டைக்கு அருகில் உள்ள மலை இடுக்கைக் கூறலாம்.

ஆழ்பள்ளத்தாக்குகள். ஆற்றின் அரிப்பு மேலும் தொடரும்பொழுது, நில இயக்கங்களால் நிலப்பகுதி மேல்நோக்கி உயர்த்தப்படுமானல், ஆற்றின்அரிப்புத் திறன் மேலும் அதிகமாகிப் பள்ளத்தாக்குகள் மிகமிக ஆழமாக்கப்பட்டு ஆழ்பள்ளத்தாக்குகள் (canyons) உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு அமெரிக்கா வில் கொலராடோவில் உள்ள கிராண்ட் கான்யான்



படம் 3. அரிப்பு நில வடிவங்கள்

1. சிறுதிண்ணை மேடு 2. அகன்ற திண்ணை மேடு 3. பாறை முகடு 4. அதிகச் சாய்வு மேடுகள் 5. குறைந்த சாய்வு மேடுகள்



பம்ட 4. அரிப்பு நில வடிவங்கள் (ஒளிப்படம்)

அ. சிறு திண்ணை மேடும் அகன்ற திண்ணை மேடும் ஆ. பாறை முகடும் அதிசாய் மேடும் குறைசாய் மேடும்

பாறை முகடுகள். அடுத்தடுத்துக் கடினமான பாறைகளும், மென்மையான பாறைகளும் அமைந்திருக்கும் இடங்களில் ஆறுகளின் அரிப்பினால் மென்மையான பாறைகள் சிதைக்கப்பட்டு அரிக்கப் படுகின்றன. கடினப் பாறைகள் அவற்றின் கடினத் தன்மையால் அரிமானத்திற்கு உட்படாமல் மென் பாறைகளினின்றும் உயர்ந்து நின்று பாறை முகடுகளைத் (escarpments) தோற்றுவிக்கின்றன (படம் 3)

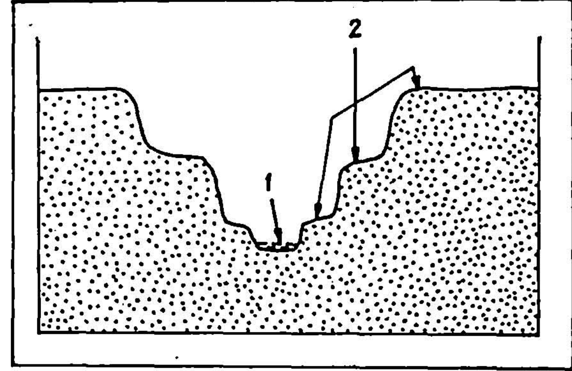
அகன்ற திண்ணை மேடு. கடினப் பாறைகளும், மென்பாறைகளும், அடுத்தடுத்துப் படுக்கைவசமாக அமைந்திருப்பின், பக்கவாட்டில் மென்பாறைகள் ஆறுகளால் அரிக்கப்பட்டு மேலே உள்ள கடினப் பாறைகள் அரிமானத்திற்கு உட்படாமல் அகன்ற திண்ணை போன்ற அமைப்பைப் பெறுகின்றன (படம் 3). இவற்றை அகன்ற திண்ணை மேடுகள் (mesa) எனலாம். இத்தகைய திண்ணை போன்ற அமைப்பு மிகக் குறைந்த பரப்பளவில் இருக்குமானால் இதனைச் சிறுதிண்ணைமேடு (butte) எனலாம் (படம் 3).

அதிகச் சாய்வு மேடுகள். அடுத்தடுத்துள்ள கடின, மென்பாறைகள், மிகுந்த சாய்வை (dip) உடையனவாக இருப்பின் மென்பாறைகள் ஆற்றினால் அரிக்கப்பட்டு, கடினப் பாறைகள் மட்டும் அரிக்கப்படாமல் அதிகம் சாய்வு மேடுகளாக (hog back) நிற்கின்றன.

குறைந்த சாய்வு மேடுகள். அடுத்தடுத்துள்ள கடின. மென் பாறைகள் குறைந்த சாய்வுகளை உடையனவாக இருப்பின், மென்பாறைகள் ஆற்றினால் அரிக்கப்பட்டு, கடினப் பாறைகள் மட்டும் அரிக்கப்படாமல் குறைந்த சாய்வுமேடுகளாக (cuesta) நிற்கின்றன.

அருவிகள். ஆற்றோட்டப் பகுதியில், நிலத்தில் சரிவு திடீரென அதிகமாகிச் செங்குத்தாக இருந்தால் ஆற்றுநீர் மேட்டுப் பகுதியிலிருந்து தாழ்ந்த பகுதியை நோக்கி விழுந்து அருவிகளை (water falls) உருவாக்கும். இத்தகைய அருவிகள், கிடைநிலையில் அடுத்தடுத்து உள்ள கடின, மென்பாறைகள் ஆறுகளின் அரிமானத்திற்கு உட்படும்பொழுது,மென் பாறைகள் மிக அதிகமாகவும், கடினமான பாறைகள் மிகக் குறைவாகவும் அரிக்கப்படுகின்றன, அப்பொழுது கீழ்ப் பகுதியிலுள்ள மென்மையான பாறைகள் அதிகமாக அரிக்கப்பட்டுச் செங்குத்துப் பள்ளங்களைத் தோற்றுவித்து அருவிகள் உருவாகக் காரணமாகின்றன. பெயர்ச்சிப் பிளவு (faults) உள்ள இடங்களும் மலை முகடுகளும் அருவிகள் உருவாவதற்கான அமைப்பை உடையன. காண்க, அருவிகள்.

ஆற்றுத்தளங்கள். பள்ளத்தாக்குகளின் கரைகள், ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு, வெவ்வேறு உயரங்களில் தளம் (river terrace) போன்ற அமைப்பை உடையனவாகின்றன. இவற்றை ஆற்றுத் தளங்கள் எனலாம். (படம் 5).

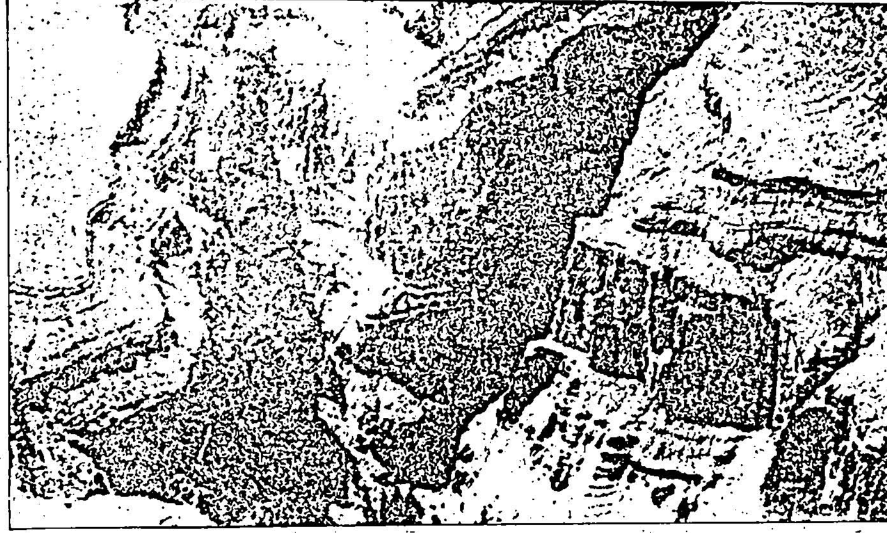


படம் 5. ஆற்றுத்தளங்கள்

1. ஆறு, 2. ஆற்றுத்தளங்கள்.

கடத்தல் செயல். ஆற்று நீரினால் அரிக்கப்பட்ட பொருள்களும், அதில் கரைந்துள்ள பொருள்களும் படிவுகளாக (sediments) ஆற்றோட்டத்தால் கடத்திச் (transport) செல்லப்படுகின்றன. நீரின் ஓட்டம் ஒரே சீராக இல்லாமல் அதில் குறுக்கோட்டங்களும் சுழல்களும் இருப்பதால் படிவுகள் கடத்தப் படுவதும் ஒரே சீராக இருப்பதும் இல்லை. அரிமானத்துக்குட்பட்ட சிறிய, எடை குறைந்த பொருள்கள் அதிக தூரம் கடத்தப்படுவதில்லை. இதனால் ஆற்றுப் படுகை, தொடக்கத்தில் கற்கள் நிறைந்ததாகவும், இடையில் மணலுடன் கூடியதாகவும் கழிமுகம் வண்டல் நிறைந்ததாகவும் இருக்கும்.

ஆறுகளின் கடத்தும் திறன் நீரோட்டத்தின் வேகத்தையும் நிலத்தின் சாய்வுத் தன்மையையும் ஆற்றுநீரில் கலந்தும் கரைந்தும் உள்ள படிவுகளின் அளவையும் பொறுத்திருக்கும். ஆறுகளை, அவற்றின் கடத்தும் திறனைப் பொறுத்து மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று, ஆற்றின் கடத்தும் திறன், படிவுகளைக் கடத்துவதற்குத் தேவையான அளவைக் காட்டிலும் அதிகமிருந்தால், அந்த எஞ்சிய ஆற்றல் அதன் போக்கின் குறுக்கே உள்ள பொருள்களை மேலும் அரிப்பதற்குப் பயன்படும். இத்தகைய படிவுகளில் பளுகுறைந்திருப்பதால், அரிக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கும் ஆறுகளை அழிவு வேலை (degrading streams) ஆறுகள் எனலாம். இரண்டு, ஆற்றின் வேகம், படிவுகளைக் கடத்துவதற்கு மட்டும் போதுமானதாக இருப்பின் அதனைச் சமநிலை (graded stream) ஆறு எனலாம். மூன்று, ஆற்றின் வேகம் பளு மிகுந்த படிவுகளைக் கடத்துவதற்குத் தேவையான ஆற்றலைக் காட்டிலும் குறைவாக இருப்பின், கடத்தப்படும் படிவுகளில் ஒரு பகுதி படியத் தொடங்கும். இத்தகைய ஆறுகளை ஆக்க வேலை ஆறுகள் (agraded streams) எனலாம்.



படம் 6. அரிசோனா வில்லைகள் கொலராடோ கிளையாறுகளில் உள்ள ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்கு (ஒளிப்படம்)

ஆறுகளில் படிவுகள் படிதல். ஆற்றின்வேகம் பல்வேறு காரணங்களால் தடைப்படும்பொழுது அதன் கடத்தும் திறன் குறைந்து, கடத்தப் படும் படிவுகள் படியத் (deposit) தொடங்கு கின்றன. ஆற்றின் அமைப்பு ஒழுங்கற்று இருப்பின், அதன் வேகம் தடைப்படும். நிலத்தின் சரிவு குறைந்து கொண்டே வந்தாலும் ஆற்றின் வேகம் தடைப்படும். ஆறுகள் அரித்துக் கடத்திச் செல்லும் படிவுகளின் பளு அளவுக்கு அதிகமானாலும் ஆற்றின் வேகம் தடைப்படும். இவ்வாறு ஆற்றின் வேகம் தடைப்படும்பொழுது, கடத்திச் செல்லப் படும் படிவுகள் ஆற்றில் படியத் துவங்குகின்றன. அத்தகைய படிவுகள் எந்தச் சூழ்நிலையில் படியத் துவங்குகின்றனவோ அவற்றைப் பொறுத்து, பல வகையான நில அமைப்புகள் உருவாகின்றன.

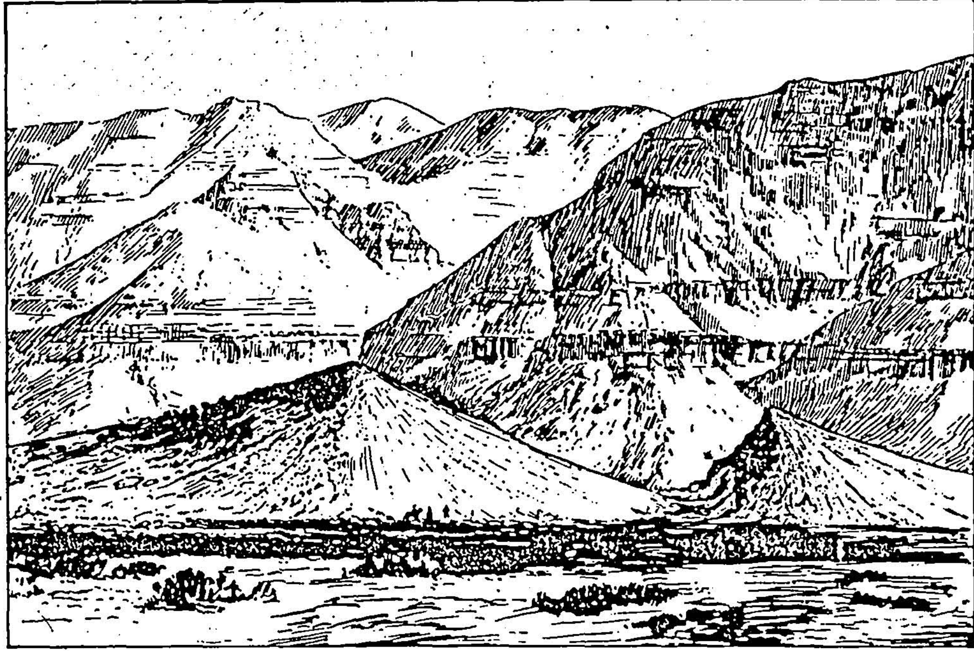
படிதல் செயலால் உருவாகும் நில அமைப்புகள்

ஆற்று நீர் அரித்துக் கடத்துவதால் படியும் படிவுகளை ஆற்றுப் படிவுகள் (fluviatile deposits) அல்லது வண்டல் படிவுகள் (alluvial deposits) எனக் குறிப்பிடலாம். இப்படிவுகள், இவற்றின் அளவு களாலும், அமைப்புக்களாலும் படியும் முறைகளா லும் பல வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

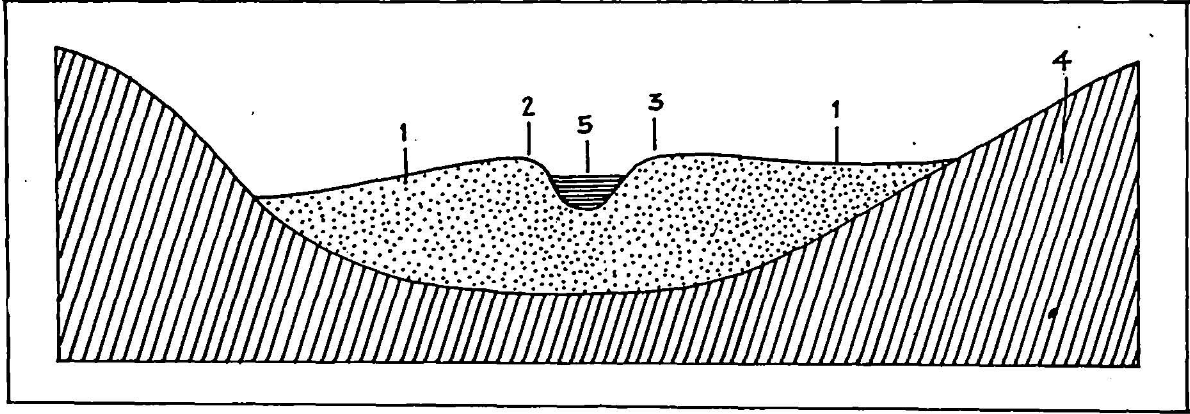
வண்டல் விசிறிகளும், வண்டல் கூம்புகளும். மலைப் பாங்கான பகுதிகளிலிருந்து, சமவெளிப் பகுதிகளில் ஆறுகள் பாயும்பொழுது, ஆற்றுப் போக்கு ஒடுங்கிய நிலையிலிருந்து விரிவடைவதால், ஆற்றின் வேகம் தடைப்பட்டுக் கடத்தப்படும் படிவுகள் படிகின்றன. அத்தகைய இடங்களில் மலைப்பாங்கான பகுதி உயர்ந்தும், சமவெளிப்பகுதி தாழ்ந்தும் இருந்தால், படிவுகள் மலைப்பகுதிக்கருகில் உயர்ந்தும் ஒடுங்கியும், சமவெளிப்பகுதியில் தாழ்ந்தும் விரிந்தும் ஒரு கூம்பு போன்ற அமைப்புடன் இருக்கும். இவை வண்டல் கூம்புகள் (alluvial cones) எனப்படும். இவ்வாறல் லாது மலைப்பகுதியும், சமவெளிப்பகுதியும் ஒரே மட்டத்தில் இருந்தால், படியும் படிவுகள் மலைப் பகுதிக்கருகில் ஒடுங்கியும், சமவெளிப் பகுதியில் விரிந்தும் ஒரு விசிறி போன்ற அமைப்புடன் இருக்கும். இவை வண்டல் விசிறிகள் (alluvial fans) எனப்படும்.

வெள்ளச் சமவெளிப் படிவுகள். வெள்ளப் பெருக் கின்போது, வெள்ளம் ஆற்றின் கரையைக் கடந்து அதை அடுத்துள்ள நிலப்பகுதியை அடைகின்றது. அத்தகைய சமதளமான நிலத்தில் வெள்ளம் பரவும் போது அதன் வேகம் தடைப்பட்டு வெள்ள நீரில் உள்ள பொருள்கள் ஆற்றின் இருபுறங்களிலும் உள்ள சமதளப்பகுதியில் படிகின்றன. இவ்வாறு வெள்ளத்தால் உருவாக்கப்படும் பள்ளத்தாக்கு





படம் 7. வண்டல் விசிறிகளும் வண்டல் கூம்புகளும்



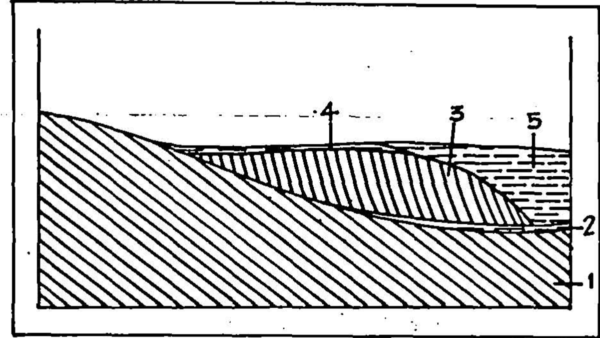
படம் 8. வெள்ளச் சமவெளிப்படிவுகள்

1. வெள்ளச் சமவெளி 2. வண்டலிடு கரைகள் 3. வண்டல் படிவுகள் 4. தளப் பாறைகள் (bed rocks), 5. ஆறு

களிலுள்ள சமவெளிப் பரப்புகள் வெள்ளச் சமவெளிகள் (flood plains) என்றும், அதில் படியும் படிவுகள் வெள்ளச் சமவெளிப் படிவுகள்(flood plain deposits) என்றும் அழைக்கப்படும். இத்தகைய வெள்ளச் சமவெளிகளில், ஆற்றின் இரு கரைகளிலும் உராய்வு (friction) காரணமாக, நீரின் வேகம் தடைப் பட்டுக் கரையோரம் அதிகமான படிவுகள் சேர்ந்து, கரைகள் மேடாக்கப்படுகின்றன. இவை வண்டலிடு கரைகள் (natural leeves) எனப்படுகின்றன.

கழிமுகத் திட்டுகள். நிலக்கோளத்தின் மேற் பரப்பில் உள்ள பாறைகளையும், மண்ணையும் அரித்துக் கடத்திக் கொண்டு வரும் ஆறு கடலை யோ பெரிய ஏரியையோ அடையும்பொழுது, அதன் வேகம் தடைப்பட்டு, கடத்தப்பட்டு வரும் பொருள் கள் ஏராளமாகப் படியத் தொடங்குகின்றன. இம் முறை தொடர்ந்து நடைபெறப் பரந்த அளவிலான படிவுகள் உருவாகின்றன. இப் படிவுகளின் மேற்புற அமைப்பு அகலமாகவும், வெளிப்புறம் சாய்ந்து விசிறி போன்ற முக்கோள வடிவாகவும் இருக்கும். பல சமயங்களில் படிவுகள் மிக அதிகமாகி ஆற்றின் போக்கையே தடை செய்துவிடும். அப்பொழுது ஆற் றின் நீர், கரைகளை உடைத்துக்கொண்டு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கால்வாய்களின் வழியாகக் கடலையோ ஏரியையோ அடையும். இவ்வாறு பலமுறை நிகழ்வ தால், ஆற்றிலிருந்து ஏராளமான கிளையாறுகள் தோன்றும். இவ்வாறு கடலையோ, ஏரியையோ நோக்கி வளரும் படிவுநிலம் கழிமுகத்திட்டுகள் (deltas) எனப்படும். இக் கழிமுகத்திட்டுகளின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் மூவகைப் படுகைகள் காணப்படுகின்றன.

அடிப்பகுதிப் படுகைகள் (bottom set beds). இவை கழிமுகத் திட்டுகளின் கீழ்ப்பகுதிகளில் காணப்படும். இவை நுண்ணிய பாறைத் துணுக்குகளோடு கடல் புறம் நோக்கிச் சாய்வாக இருக்கும். இவை கழிமுகத் திட்டுகளின் உருவாக்கக் காலத்தில் படிந்தவையா கும்.



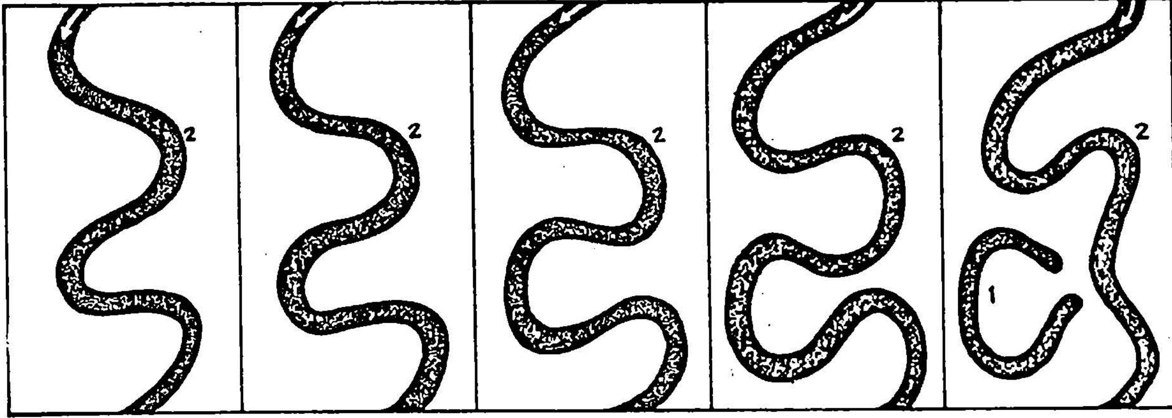
படம் 9. கழிமுகத்திட்டுகளின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

1. தளப் பாறைகள் 2. அடிப்பகுதிப் படுகைகள் 3. நடுப் பகுதிப் படுகைகள் 4. மேற்பகுதிப் படுகைகள் 5. கடல்.

நடுப்பகுதிப் படுகைகள் (fore set beds). இவை அடிப்பகுதிப் படுகைகளின் மேல்பக்கம், கடலை நோக்கி மிக அதிகமான சாய்வுடன் வண்டலும் களிமண்ணும் கலந்து மிகவும் தடிப்பாக இருக்கும்.

மேற்பகுதிப் படுகைகள் (top set beds). இவை கழிமுகத் திட்டுகளின் மேல் பரப்பில், கடலை நோக்கி மிகக் குறைந்த அளவில் சாய்ந்து மிகவும் மெல்லியனவாக இருக்கும்.

ஆற்றோரப் படிவுகள். சில சமயங்களில் ஆற்றின் அமைப்பு ஒழுங்கற்று இருந்தால், அதன் வேகம் தடைப்பட்டு, ஆற்றிலேயே படிவுகள் படியும். மேலும், ஆற்று வளைவுகளின் உட்புறத்தில் ஆற்றின் வேகம் குறைவாக இருக்கும். ஆகையால் அத்தகைய



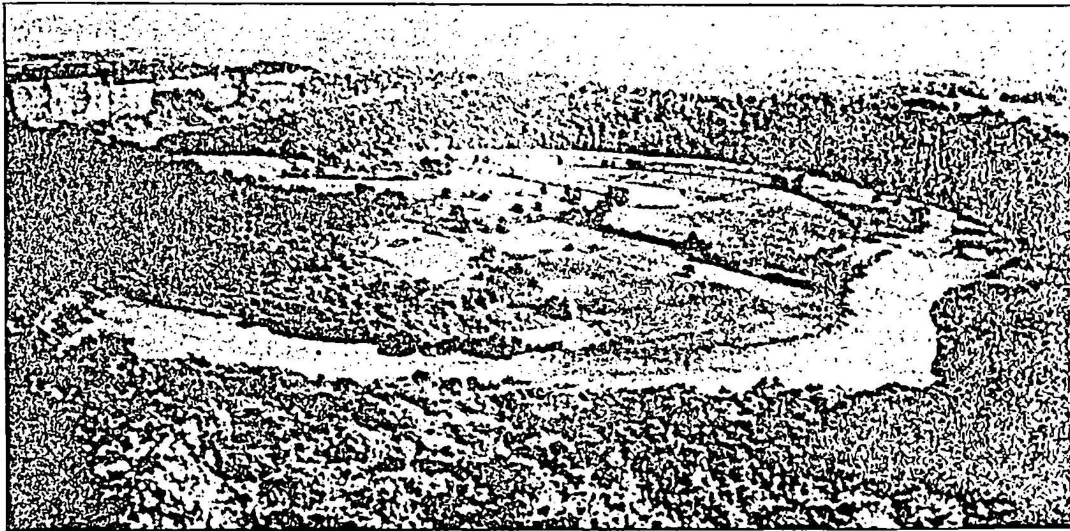
படம் 10. குளம்பு வடிவ ஏரிகளின் தோற்றம்.

1. எருதுக் குளம்பு வடிவ ஏரி 2. நெளி ஆறுகள்

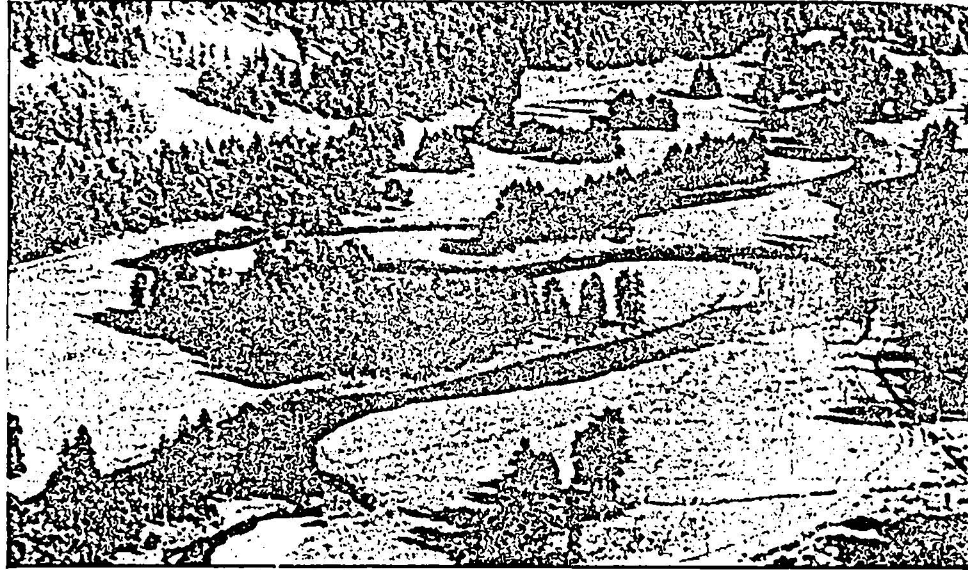
இடங்களிலும் நீரிலுள்ள பொருள்கள் படிகின்றன. இவை மணலும் பரற் கற்களும் கலந்த நெடிய தடைகளைத் (bars) தோற்றுவிக்கும். இவை ஆற்றோரப் படிவுகள் (channel deposits) எனப்படும்.

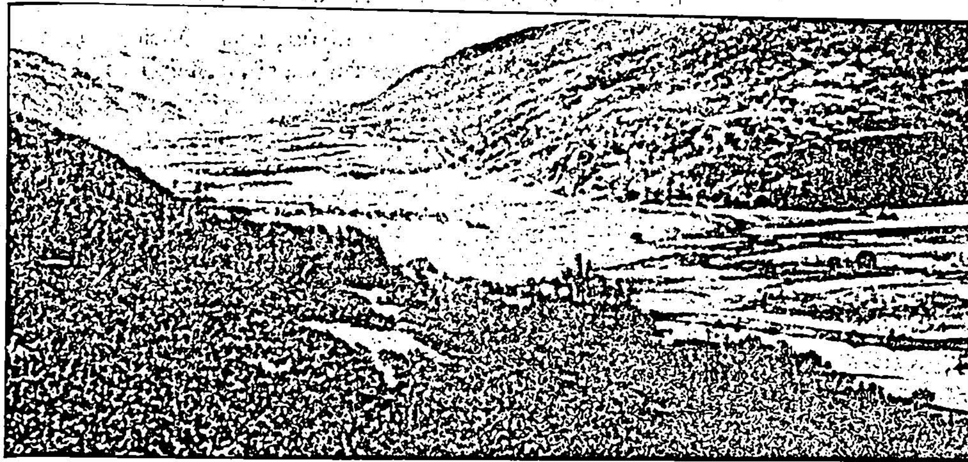
நெளி ஆறுகள் (meanders). ஆறுகள் அவை தோன்றும் பகுதியில் இருந்து கடலை அடையும் வரையில் உள்ள நெடும் பயணத்தின் இடைப் பகுதியிலும், இறுதிப் பகுதியிலும், சரிவு குறைந்துள்ள காரணத்தால் வேகம் குறைவாக ஓடுகின்றன. அவ்வமயம் சிறிய தடைகளையும் எதிர்க்க இயலாமல், பக்கவாட்டில் நெளிந்து வளைந்து நகரத் துவங்குகின்றன. இத்தகைய வளைவுகளுடன் கூடிய ஆறுகள் நெளி ஆறுகள் எனப்படும்.

படிப்படியாக நெளி ஆறுகள் வளர்ந்து எருதுக் குளம்பு வடிவ (ox-bow). ஏரிகள் உருவாதல். ஆற்றின் அரிமானம் அதிகமாக இருக்கின்ற காரணத்தால் இத்தகைய நெளி ஆறுகளின் வளைவுகள் காலப் போக்கில் வெளிப் புறத்தில் பெரிதாக்கப்படுகின்றன. அப்பொழுது இரண்டு பெரிய வளைவுகளின் அருகருகிலுள்ள பக்கங்கள் ஒன்றை ஒன்று நெருங்கும். அப்பொழுது அந்தக் கரை மெலிதாகி, ஆற்றோட்டத்தால் உடைக்கப்பட்ட ஆறு அவ்வழியே ஓடத் துவங்கும். இதனால் அந்த வளைவின் புறப்பகுதியிலுள்ள வளைந்த பகுதி துண்டிக்கப்படும். இவ்வாறு துண்டிக்கப்பட்ட வளைவுகளில் நீர் நிறைந்தால் அவை எருதுக் குளம்பு வடிவ (ox-bow) ஏரி எனப்படும்.



படம் 11. குளம்பு வடிவ ஏரி உருவாக்கம் (ஒளிப்படம்)





படம் 12. நெளி ஆறுகள்

ஆழமான நெளி ஆறுகள் (incised or entrenched meanders). நெளி ஆறுகள் அமைந்துள்ள பகுதிகளில், அடிப்புறத்தில் கடின, மென் பாறைகள் இருப்பின் கரைப்பகுதியில் கடினப் பாறைகள் வரும்பொழுது அவை குறைவாக அரிக்கப்பட்டு ஒடுக்கமாகவும், அடிப்பகுதியில் மென்பாறைகள் இருக்கின்ற காரணத்தால் அவை எளிதாகவும் மிக ஆழமாகவும் அரிக்கப்படுகின்றன. இதன்மூலம் ஆற்றின் போக்கில் எவ்வித மாறுதலும் இல்லாமல் ஆழம் மட்டும் அதிகமாகிக் கொண்டே போகும். இதனால் ஆழமான நெளி ஆறுகள் உருவாகின்றன.

ஆறு கவர்தல். (river piracy). சாய்வான நிலப் பரப்பில் ஓடும் பெரிய ஆறுகள், ஆழமாக அரிக்கப் படும்பொழுது, சாய்வின் குறுக்கு வாட்டத்தில் கிளை ஆறுகள் உருவாகின்றன. அடுத்தடுத்து இருக்கும் பெரிய ஆறுகளின் கிளை ஆறுகளில் ஒன்று அதன் தலைப்புறம் அதிகமாக அரிக்கப்படுமானால், நாளடைவில் அது நீளமாகி எதிர்ப்புறமுள்ள கிளை ஆற்றுடன் இணைந்து, நீரோட்டம் நீண்ட கிளை ஆற்றின் போக்கில் ஓடத் தொடங்குகின்றது. இவ்வாறு இணைந்த கிளை ஆறுகள் மேலும் அரிக்கப்பட்டுப், பெரிய ஆறுகளில் ஒன்றின் போக்கினைத் தன் பக்கம் திருப்பி அடுத்த பெரிய ஆற்றுடன் ஓட வைக்கின்றது. இந்தச் செயல் ஆறுகவர்தல் எனப் படும்.

அரிமானச் சுழற்சி (erosional cycle). போதிய நீர் வசதியுள்ள பகுதிகளில் உள்ள ஆறுகள் அரித்தல், கடத்தல் மற்றும் படிதல் ஆகிய செயல்களால், நிலத்தின் மேற்புறத் தோற்றம் மாறிய வண்ணம் இருக்கும். இச்செயல்கள் ஆறுகளின் இளமை, முதிர்நிலை,

முதுமை ஆகிய மூன்று பருவங்களில் நடைபெறுகின்றன.

இளமைப் பருவ நிலையில் (youthful stage) ஆறுகள் மேட்டு நிலங்களையும், மலைப்பகுதிகளையும் கூறுபடுத்தத் (dissection) தொடங்கி, நீரோட்டமுள்ள பகுதிகளை ஆழப்படுத்திப் பள்ளத்தாக்குகளையும், மலையிடுக்குகளையும் உருவாக்குகின்றன. இப்பருவ நிலையில் அருவிகளும், விரைவோட்டங்களும் (rapids) அதிகமாக இருக்கும்.

ஆறுகளின் முதிர்நிலைப் (mature stage) பருவத்தில் அகலமடைந்து, வெள்ளச் சமவெளிகளும் நெளியாறுகளும் உருவாகின்றன.

முதுமைப்பருவ (old age) நிலையின் தொடர்ச்சியில் இளமையில் காணப்படும் மேடுகளும், முதிர்ச்சியில் உருவாக்கப்பட்ட நில அமைப்புக்களும், அகலமான சமவெளிகளாக ஆக்கப்படுகின்றன. இப்பொழுது அந்நிலப்பரப்பு, தேய்ந்த நிலப்பரப்பாக (peneplains) ஆகிவிடும். கடினமான பாறைகள் அரிமானத்திற்கு உட்படாமல்தனித்த திட்டுகளாகவும் குன்றுகளாகவும் (monodnocks) அச்சமவெளிப் பகுதியில் உயர்ந்து நிற்கும்.

புதுவளம் பெறல் (rejuvination). நிலவியல் இயககங்களால் குறிப்பிட்ட நிலப்பகுதி உயர்த்தப்படும் பொழுது, அங்குள்ள முதிர்ந்த, முதுமை நிலைமையில் உள்ள ஆறுகளின் அரிமானத்திறன் அதிகமாக்கப்பட்டு மறுபடியும் புதுவள நிலையை அடைகின்றன. இதனால் ஆழமான மலையிடுக்குகளும், ஆழ் பள்ளத்தாக்குகளும் உருவாகின்றன.

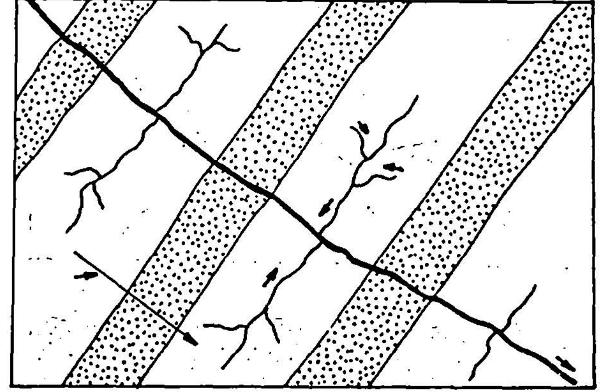
முன்தோன்றிய ஆறுகள் (antecedent drainage). நிலவியக்கங்களால் படிப்படியாகவும் மெதுவாகவும் நிலப்பகுதி உயர்த்தப்படுமானால், அப்பகுதியில் ஓடும் ஆறுகள் அவற்றின் அடிப்புறத்தை அரிக்கின்றன. இத்தகைய உயர்வால் ஏற்படும் தடைகளை, ஆற்று நீர் அரித்துத் தன் போக்கில், ஏதும் மாற்றமில்லாமல் சென்று கொண்டே இருக்கும். காலப் போக்கில், அந்த ஆற்றின் சுற்றுப்புற நில அமைப்பில் எத்தகைய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருந்தாலும், ஆறு தனது போக்கில் எத்தகைய மாற்றமுமில்லாமல் பழைய வழியிலேயே போய்க்கொண்டிருத்தலால், இத்தகைய ஆறுகள் முன்தோன்றிய ஆறுகள் எனப்படும்.

பாலை நிலப்பகுதியில் உள்ள ஆறுகள், குறைவான மழை காரணமாக, மேலே குறிப்பிட்ட மூன்று நிலைகளை அடைவதில்லை. மாறாக, பாலை நிலங்களின் நடுவில் அகலமாகவும் சமதளமாகவும் உள்ள தாழ்ந்த பகுதியை அடைவதால் பாலைவன ஏரிகள் (playas) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

ஆற்று வடிகால் அமைப்புகள்.

ஆற்று அமைப்புகள் (stream pattern). நிலத்தின் சாய்வுக் கேற்றவாறு மழைநீர் ஓடத்துவங்கி, ஆறுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதை அறிந்தோம். ஆறுகள் ஓடும் திசைக்கும் நிலப்பரப்பின் சாய்விற்கும் உள்ள பொருத்தங்களைக் கொண்டு, ஆறுகளின் அமைப்புகளைக்கீழ்க்காணும்வகைகளில் பிரிக்கலாம்.

சாய்வோடு செல்லும் ஆறு (consequent streams). ஆற்றின் ஓட்டமும், நிலப்பரப்பின் சாய்வும் ஒரே திசையில் இருந்தால் அந்த ஆறு சாய்வோடு செல்லும் ஆறு எனப்படும்.



படம் 13. ஆறுகளின் அமைப்புகள்

1. நிலத்தின் சாய்வு 2. சாய்வோடு செல்லும் ஆறு 3. குறுக்கே செல்லும் ஆறு 4. சாய்விற்கு எதிர்செல்லும் ஆறு 5. சாய்வோடு செல்லும் கிளை ஆறு 6. மென் பாறை 7. கடினப் பாறை.

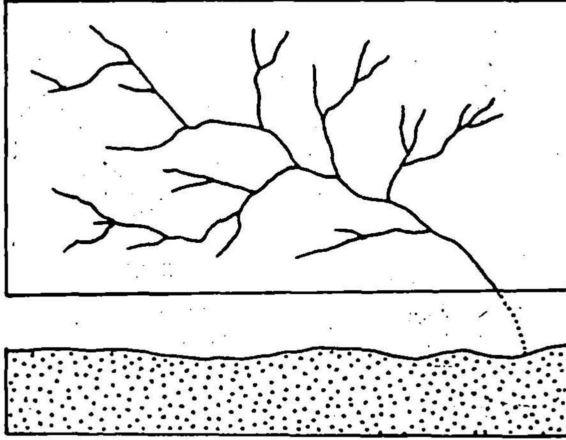
குறுக்கே செல்லும் ஆறு (subsequent streams). நிலப்பகுதியின் கீழே உள்ள பாறைகளும், அவற்றின் அமைப்பும், ஆற்றின் ஓட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துமானால், சில ஆறுகள், சாய்விற்குக் குறுக்குத் திசையில் ஓடும். இவை குறுக்கே செல்லும் ஆறுகள் எனப்படும்.

சாய்விற்கு எதிர்செல்லும் ஆறு (obsequent streams) பாறைகளும் அவற்றின் அமைப்பும் ஆற்றோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும்பொழுது சாய்விற்கு எதிர்த் திசையில் செல்லும் கிளை ஆறுகள் தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. இவை சாய்விற்கு எதிர்செல்லும் ஆறுகள் எனப்படும். இத்தகைய கிளை ஆறுகளின் எதிர்ப்புறத்தில் ஓடும் கிளை ஆறுகள் சாய்வின் திசையிலேயே செல்லும். இவை சாய்வோடு செல்லும் கிளை ஆறுகள் (resequent streams) எனப்படும்.

சாய்வுக்குட்படா ஆறு. நிலப்பரப்பின் சாய்விற்கும், ஆற்றின் ஓட்டத்திற்கும், சம்பந்தமில்லாத ஒழுங்கற்ற முறையில் ஓடும் ஆறுகள் சாய்வுக்குட்படா ஆறுகள் (insequent streams) எனப்படும்.

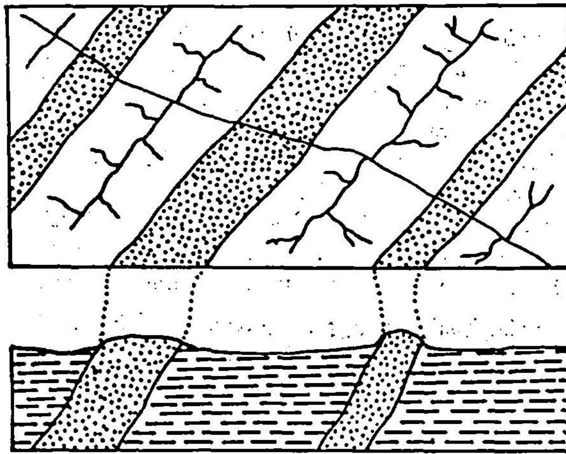
வடிகால் அமைப்புக்கள். நிலப்பகுதியின் மேல் பரப்பில் உள்ள ஓடைகள், கிளை ஆறுகள், ஆறுகள் இவை ஒன்றோடு ஒன்று இணையும் அமைப்புக்கள்

நிலத்தின் அடியில் உள்ள பாறைகளையும், அவற்றின் அமைப்புக்களையும் பொறுத்திருக்கும். இவற்றில் பலவகை இருப்பினும் சிறப்பாக இரண்டு வகைகளைக் குறிப்பிடலாம். அவை மரமும் கிளைகளும் போன்ற வடிகால் அமைப்பு (dendritic drainage pattern), கொடிப்பின்னல் வடிகால் அமைப்பு (trellis drainage pattern) என்பனவாகும்.



படம் 14. மரமும் கிளையும் போன்ற வடிகால் அமைப்பு.

மரமும் கிளையும் போன்ற வடிகால் அமைப்பு. நிலத்தின் அடியில் உள்ள பாறைகள் ஒரே தன்மையுடன் பரந்து அமைந்தால், அப்பகுதியில் ஓடும் ஆறுகளின் அரிமானச் செயல் எவ்விதக் கட்டுப்பாட்டிற்கும் உட்படாமல் ஓடைகளும், கிளை ஆறுகளும், ஆறுகளும் ஒன்றோடொன்று ஒழுங்கற்ற முறையில் இணைந்து மரமும் கிளைகளும் (dendritic) போன்ற வடிகால் அமைப்புக்களை உருவாக்கின்றன.



படம் 15. கொடிப்பின்னல் போன்ற வடிகால் அமைப்பு

1. கடினப்பாறை 2. மென்பாறை

கொடிப்பின்னல் போன்ற அமைப்பு. நிலத்தின் அடியில், அடுத்தடுத்துக் கடினமாகவும், மென்மையாகவும், சிறிது சாய்வுடனும் உள்ள பாறைகள் இருப்பின், அப்பகுதியில் ஓடும் ஆறுகளின் அரிமானத் திறன் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகின்றது. அரிமானம் கடினப்பாறைகள் உள்ள இடத்தில் குறைவாகவும், மென்மையான பாறைகள் உள்ள இடத்தில் அதிகமாக இருந்து, ஓடைகள், கிளை ஆறுகள், ஆறுகள் ஆகியவற்றின் ஓட்டங்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு, அவை இணையும் அமைப்பு ஒரு ஒழுங்கோடு கொடிப்பின்னல்(trellis) போன்ற அமைப்பை உடையனவாய் இருக்கும். அதனால் இது கொடிப்பின்னல் அமைப்புடைய வடிகால் எனப்படும்.

இவ்வாறாக, ஆறுகள் மேட்டு நிலங்களில் உருவாகி, சமவெளிகளில் பாய்ந்து, கடலை அடையும் வரை நிலப்பரப்பின் மேல் பரப்பில் பல வகைப்பட்ட நில அமைப்புக்களைத் தோற்றுவித்த வண்ணம் தொடர்ந்து செயலாற்றிக் கொண்டே இருக்கின்றன.

ம. ச. செகதீசன்

நூலோதி

1. Holmes, A., Holmes D. L., Holmes Principles of Physical Geology, ELBS, Great Britain, 1978.
2. Gorshkov, G., Ukaushova, A., Physical Geology, Mir Publishers, Moscow, 1967.

ஆன்ட்டிமனி (கனிமம்)

இது சாய்சதுரப் பட்டகத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. பொதுவாக தாள் படல வடிவிலும் திண்ணிய நிலையிலும், மணியாகவும், தெளிவான பிளவுடனும், கதிர்வீச்சு உடையதாகவும் காணப்படுகிறது. படிகத்தின் 0112 பக்கத்தில் பல்லுறுப்பாக்க இரட்டுறல் (polysynthetic twinning) நிகழ்கிறது.

படிகத்தின் 0001 பக்கத்தில் ஒழுங்கான பிளவு உள்ளது. மற்ற பிளவுகளும் உள்ளன. இதன் முறிவு சீரற்றது; உடையும் இயல்புடையது; கடினத் தன்மை 3 முதல் 3.5 வரை மாறுபடும்; அடர்த்திஎண் 6 முதல் 7 வரை மாறுபடும். உலோக மிளிர்வு பெற்றுள்ளது. உராய்வுத் துகள் காரீய வெண்மை நிறம் பெற்றுள்ளது.

ஆன்டிமனியில் வெள்ளி, இரும்பு, ஆர்செனிக் முதலியவை சில சமயங்களில் கலந்துள்ளன,

கிடைக்கும் இடங்கள். வெள்ளி, ஆன்ட்டிமனி, ஆர்செனிக் போன்ற தாதுப் பொருள்களுடனும், ஸ்ட்டிபுனைட்டு(stibnite) போன்ற கனிமங்களுடனும் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. ஸ்வீடனில் 'சாலா' (Sala) என்னுமிடத்திலும், ஜெர்மனியில் ஹார்ட்ஸ் (Hartz) மலையில் ஆன்டிரஸ்பெர்கு (Andreasberg) என்னு

மிடத்திலும், ஃபிரான்சு நாட்டில் அல்லிமோன்ட், இஸ்ரி என்னும் இடங்களிலும், பொகிமியாவில் பிரிபிராஃவிலும், சில்லி, போர்னியோ ஆகிய இடங்களிலும் கிடைக்கிறது. அமெரிக்காவில் கெர்ன்கோ, கலிபோர்னியாவில் தென் ஆற்றோரங்களிலும், தெற்கு ஹேம், கியூபெக், பிரின்ஸ் வில்லியம் பேரிஷ், யார்க்கோ, நியூபுருன்ஸ்விக் ஆகிய இடங்களிலும் கிடைக்கிறது.

இரா. ச.

நூலோதி

Ford, W.E., Dana's Textbook of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985.

ஆன்ட்டிமனி (தனிமம்)

ஆன்ட்டிமனி, தனிம வரிசையில் VA தொகுதியான நைட்ரஜன் தொகுதியில் ஆர்சனிக் தனிமத்தை அடுத்து அமைந்துள்ளது. இதன் குறியீடு Sb; அணு எண் 51; அணு எடை 121. 75. பெருமளவு உலோகப் பண்புகளையும் சிறிதளவு அலோகப் பண்புகளையும் பெற்றுள்ளதால் ஆன்ட்டிமனி (antimony) ஓர் உலோகப் போலியாகும் (metalloid). வெள்ளீயம், காரீயம் ஆகியவற்றுடன் ஆன்ட்டிமனியைச் சேர்த்துத் தயாரிக்கப்படும் உலோகக் கலவைகள் (alloys) மின்கலப் பகுதிகளைச் செய்யவும், அச்சு உலோகம் தயாரிக்கவும் பெருமளவு பயன்படுகின்றன. இவ்வுலோகமும் இதன் சல்ஃபைடும் கி. மு. 4000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே பயனில் இருந்து வந்துள்ளன.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

ஆன்ட்டிமனி

இயற்கையில் கிடைக்கும் பல ஆன்ட்டிமனித் தாதுக்களில் மிகவும் சிறப்பானது ஸ்டிபுனைட்டு (stibnite) எனப்படும் சாம்பல் நிறமான ஆன்ட்டிமனி சல்ஃபைடு (Sb_2S_3) ஆகும். காற்றில் இத்தாதுவை வறுக்கும் போது இது ஆன்ட்டிமனி நாள் ஆக்சைடாக (Sb_2O_4) மாறுகிறது. இவ்ஆக்சைடைக் கரியுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் ஆன்ட்டிமனி தனிம நிலையில் கிடைக்கிறது.

$$Sb_2S_3 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} Sb_2O_4 + 3\,SO_2$$

$$Sb_2O_4 + 4\,C \xrightarrow{\Delta} 2\,Sb + 4\,CO$$

வேறொரு முறையில், இரும்புடன் ஸ்டிபுனைட்டு சேர்த்துக் கலக்கப்பட்டு ஓர் உலையில் உருக்கப்படுகிறது. அப்போது உண்டாகும் இரும்பு-சல்ஃபைடும் ஆன்ட்டிமனியும் நீர்ம நிலையில் இருக்கும்.

$$Sb_2S_3 + 3\,Fe \xrightarrow{\Delta} 3\,FeS + 2\,Sb$$

செறிவுமிகுந்த ஆன்ட்டிமனி உலையின் கீழ்ப்படலமாகத் தங்கி விடும். எனவே அதனை எளிதில் தனியே பிரித்து விடலாம். மேற்கண்ட முறைகளில் பெறப்படும் ஆன்ட்டிமனி, மின்பகுப்பு முறையில் (electrolysis) தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது.

பண்புகள். இது புறவேற்றுமை உருவங்களாகக் (allotropic modifications) காணப்படுகிறது; உலோக உருவம், மஞ்சள் உருவம் (yellow form) அல்லது α-உருவம். இதில் மஞ்சள் வடிவம் -90°C வெப்ப நிலைக்குக் கீழ்தான் நிலைப்புத்தன்மையுடையது. இது ஸ்டில்பீனைக் (SbH_3) குளோரின் அல்லது புரோமினால் மெதுவாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது உண்டாகிறது. இவ்வடிவத்தின் அடர்த்தி 5.3கி/செ. மீ.^{3}. மிகக் குறைந்த அளவே இவ்வடிவத்தைப் பற்றிய செய்திகள் தெரிய வந்துள்ளன.

ஆன்ட்டிமனியின் நிலைத்த வடிவம் வெள்ளி போல் பளபளப்பான உலோக உருவமாகும். இது கடினமானதும், படிக அமைப்பைக் கொண்டதாகவும் உள்ளது. எளிதில் உடையக்கூடியது. இதன் பொதுவான சில பண்புகள் கீழே அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பண்பு	மதிப்பு
உருகுநிலை	630°செ.
கொதிநிலை	1380°செ.
அடர்த்தி	6.691 கி/கி(20° செ.இல்)
ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள்	-3, +3, +5
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு	2,8,18,18,5 அல்லது (Kr) $4d^{10}$, 5^2, $5p^3$

இவ்வுலோகம் வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் நன்கு கடத்துவதில்லை. உலர் காற்றில் இதன் நிறம் மாறுவதில்லை. ஆனால் ஈரப்பதமான காற்றில் இது மெதுவாக இதன் ஆக்சைடாக மாற்றம் அடைகிறது. ஆன்ட்டிமனி இரு ஐசோடோப்புகளின் (isotopes) கலவையாக இயற்கையில் காணப்படுகிறது. அவை Sb^{121} (57.25%), Sb^{123} (42.75%). இவை தவிர மேலும் 31 ஆன்ட்டிமனி ஐசோடோப்புகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன; பொதுவாக அவை γ கதிர்களை வீசுகின்றன; பெரும்பாலும் அவற்றின் அரை ஆயுள் காலம் (half life period) குறைவு. Sb^{123} மட்டுமே 2.7 ஆண்டு அரை ஆயுளைக் கொண்டுள்ளது.

வேதிப்பண்புகள். ஆன்ட்டிமனி அதிகமாக வினை புரியாதது. இதனை வெப்பப் படுத்தும்போது பிரகாசமான நீலநிறச் சுடருடன் எரிகிறது. அப்போது ஆன்ட்டிமனி மூஆக்சைடு ஈரியல்புத்தன்மை (amphoteric nature) கொண்டதாகும்; இது அமில, காரங்களில் கரையும்.

ஆன்ட்டிமனியின் முக்கியமான ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகள் +3, +5 ஆகும். ஆன்ட்டிமனியின் பல சேர்மங்கள் சகபிணைப்புச் சேர்மங்களாக உள்ளன. ஆன்ட்டிமனியின் மூன்று ஆக்சைடுகளாவன, ஆன்ட்டிமனி (III) ஆக்சைடு (Sb_2O_3), ஆன்ட்டிமனி டெட்ராக்சைடு (Sb_2O_4), ஆன்ட்டிமனி (V) ஆக்சைடு (Sb_2O_5) என்பனவாகும். ஆன்ட்டிமனி (III) ஆக்சைடு ஆர்செனிக்(III) ஆக்சைடு போன்ற அமைப்பைக் கொண்டது. இவ்வாக்சைடு நீரில் 0.002கி/100கி என்ற அளவில் கரையும். ஆன்ட்டிமனி உலோகத்தைக் காற்றில் வெப்பப்படுத்தும் போது ஆன்ட்டிமனி டெட்ராக்சைடு குறைந்த அளவில் ஆன்ட்டிமனி (III) ஆக்சைடுடன் சேர்ந்து உண்டாகிறது. இதன் அமைப்பைப் பற்றி துல்லியமாகத் தெரியவில்லை. இது பொதுவாக Sb (SbO_4) அல்லது ஆன்ட்டிமனி (III) ஆன்ட்டிமனேட்டு என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. (இதில் ஆன்ட்டிமனி +3, +5 ஆகிய இரு நிலைகளும் உள்ளன) ஆன்ட்டிமனி டெட்ராக்சைடு காரங்களில் கரைகிறது அமிலங்களில் கரைவதில்லை.

ஆன்ட்டிமனி (V) ஆக்சைடு பழுப்புக்கலந்த மஞ்சள் நிறமான உருக்கமுடியாத, கரையாத திண்மம். இது ஆன்ட்டிமனி (III) ஆக்சைடை நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தினால் உண்டாகிறது. பொதுவாக இது ஆன்ட்டிமனி (V) குளோரைடை நீருடன் கலந்து கிடைக்கும் நீரேறிய ஆன்ட்டிமனி(V) ஆக்சைடை நீரிறக்கத்திற்குட்படுத்துவதால் (dehydration) பெறப்படுகிறது. ஆன்ட்டிமனி (V) ஆக்சைடை ஆன்ட்டிமனிக் அமிலத்தின் (H_3SbO_4) நீரிலியாகக் கொண்டாலும், இவ்வமிலம் தனியாக அன்றி ஆன்ட்டிமோனேட் உப்புகளாகவே காணப்படுகிறது.

ஆக்சைடுகளைப்போலவே இரு வகையான ஆன்ட்டிமனி (+3, +5) ஹாலோஜன் சேர்மங்கள் உள்ளன. +3 ஆன்ட்டிமனி ஹாலோஜன் சேர்மங்கள், ஆன்ட்டிமனியை நேரிடையாக ஃபுளோரின், குளோரின் புரோமின், அயோடின் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரியச் செய்துப் பெறலாம். அவை நிறமற்ற அல்லது பழுப்புக் கலந்த மஞ்சள் நிறமான திண்மங்கள்; பென்சீனிலும், கார்பன் டைசல்ஃபைடிலும் கரையக்கூடியவை. நீருடன் இவை கீழ்க்காணுமாறு வினைபுரிகின்றன. (எ.கா) ஆன்ட்டிமனி (III) குளோரைடு



$$SbCl_3 + H_2O \rightarrow SbOCl + 2H^+ + 2\,Cl^-$$

ஆன்ட்டிமனி +5 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் இருக்கும் இரு ஹாலோஜன் சேர்மங்கள்: ஆன்ட்டிமனி (V) ஃபுளோரைடு, குளோரைடு. இவ்விரு சேர்மங்களிலும் ஹாலோஜனேற்றிகளாகப் (halogenating agents) பயன்படுகின்றன.

உலோகக் கலவைகள். காரீயத்துடன் 6 முதல் 12% ஆன்ட்டிமனி கலக்கப்படும்போது, காரீயத்தின் கடினத்தன்மையும், அமில அரிப்பினை எதிர்க்கும் ஆற்றலும் அதிகரிக்கின்றன. இத்தகைய கலவை ஊர்திகளிலும், பேருந்துகளிலும் பயன்படும் மின்கலப் பெட்டியின் பகுதிகளைச் செய்ய உதவுகிறது. இவ்வாறுதான், உலகில் உற்பத்தியாகும் ஆன்ட்டிமனியில் பாதியளவு செலவாகிறது. மேலும் பழைய, பயன்படுத்தப்பட்ட மின்கலப் பெட்டிகளில் உள்ள காரீய ஆன்ட்டிமனி கலவைப் பகுதிகளை உடைத்தெடுத்து. உருக்கி மீண்டும் பயன்படுத்தும் முறையும் பரவலாக உள்ளது.

அச்சு உலோகம் செய்யவும் ஆன்ட்டிமனி பெருமளவு பயன்படுகிறது. காரீயத்துடன், 11-25% ஆன்ட்டிமனியும், 3-13% வெள்ளீயமும் கலந்து பெறப்படும் அச்சு உலோகக் கலவை, (type metal) உறுதி வாய்ந்ததாகவும், எளிதில் உருகித் தேவையான நுண்ணிய வடிவத்தைத் தரக்கூடியதாகவும் உள்ளது. இத்தகைய அச்சுக் கலவை, உருகிய நிலையிலிருந்து திண்ம நிலைக்கு மாறும்போது, சிறிதளவு விரிவடைகிறது. (நீருக்கும் இந்த அரிய பண்பு உண்டு); இதனால், வார்ப்படத்தின் மூலை முடுக்குகளில் எல்லாம் பாய்ந்த உருகிய உலோகக் கலவை, குளிரும்போது, நேர்த்தியான வடிவத்தைப் பெறுகிறது.

ஆன்ட்டிமனி, வெள்ளீயம், செம்பு ஆகியன கலந்துள்ள பாபிட் உலோகம் (babbit metal), ஊர்திகளிலும், பேருந்துகளிலும், நீர் இறைக்கும் எந்திரங்களிலும் பொருத்தப்படும் உராய்வுக் குறைப்பு உருளைகளைச் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

விலை மலிவான அலங்கார அணிகலன்களைச் செய்ய ஆன்ட்டிமனியும் வெள்ளீயமும் கலந்துள்ள வெண் உலோகம் (white metal) உதவுகிறது.

பிரிட்டானியா உலோகம், பியூட்டர் (pewter) போன்ற உலோகக் கலவைகளிலும், சிறிதளவு ஆன்ட்டிமனி உள்ளது. இவை நீண்ட நாள் பளபளப்புடன்

விளங்கும்தட்டுகள், கோப்பைகள், சமையல் பாத்தி ரங்கள் முதலியன செய்யப் பயன்படுகின்றன.

சேர்மங்கள். 6,000 ஆண்டுகட்கு முன்பே, எகிப்து நாட்டில், கண் இமைகளுக்கும், புருவங்களுக்கும் வண்ணம் தீட்ட, கருமை நிறமுள்ள ஸ்டிபுனைட்டு (Sb_2S_3) பயன்படுத்தப்பட்டதாகத் தெரியவருகிறது. தற்காலத்தில் தீப்பெட்டிகள் தயாரிக்கவும் வெடிமருந்துகள் செய்யவும் கண்ணாடிக்கு ஆரஞ்சு வண்ணம் அளிக்கவும் ஆன்ட்டிமனி (III) சல்ஃபைடு பயன்படுகிறது.

ரப்பர் (rubber) உற்பத்தி முறையில் வலிவூட்டும் பொருளாக (vulcanizing agent) ஆன்ட்டிமனி (V) சலஃபைடு உதவுகிறது.

வெண்ணிறமுள்ள ஆன்ட்டிமனி (III) ஆக்சைடு பீங்கான் அல்லது உலோகப் பொருள்களின் மீது ஒளிபுகா மேற் பூச்சாகப் (enamel) பயன்படுகிறது. மேலும், வெள்ளை வர்ணங்கள் செய்யவும் துணிகளைத் தீப்பிடிக்காமல் பாதுகாக்கவும் இந்த ஆக்சைடு பயன்படுகிறது.

டார்ட்டார் எமெட்டிக் (tartar emetic) என்னும் பெயருடைய பொட்டாசியம் ஆன்ட்டிமொனைல் டார்ட்ரேட்டு (K. SbO. C_4 H_4 O_6) மருத்துவத்துறையில், மார்புச் சளியை வெளிப்படுத்தவும், நச்சுப் பொருள் உட்கொண்டவர்களை வாந்தி எடுக்கச் செய்யவும் உதவுகிறது.

99.999% அளவு தூய்மை செய்யப்பட்ட ஆன்ட்டிமனி, மின் அணு இயல் துறையில் ஓரளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. சிலிக்கான் அல்லது ஜெர்மேனியத்துடன் (germanium) மிகச் சிறிதளவு ஆன்ட்டிமனியைச் சேர்த்தால், n வகைக் பகுதிக்கடத்தி (n type semiconductor) கிடைக்கிறது. மேலும் இண்டியம், அலுமினியம், கேலியம் (gallium) ஆகிய உலோகங்களின் ஆன்ட்டிமொனைடுகளும், சிறந்த பகுதிக்கடத்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் பகுதிக்கடத்திகள், திரிதடையங்களாகப் (tranisistors) பலவகை மின் அணுச் சாதனங்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

பகுப்பாய்வு. ஆர்செனிக்கை மார்ஷ் ஆய்வின் (marsh test) மூலம் கண்டறிவது போலவே ஆன்ட்டிமனியும் கண்டறியப்படுகிறது. ஸ்டினைட்டு 150°C வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்பட்ட குழாய் வழியாகச் செலுத்தும்போது கருப்பு நிற ஆடிபோல் (black mirror) படிகிறது.

ஆன்ட்டிமனியை ஆன்ட்டிமனி டெட்ராக்சைடாக அல்லது ஆன்ட்டிமனி (III) சல்ஃபைடாகக் கண்டறியலாம். ஆன்ட்டிமனி (III) சல்ஃபைடு ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் வீழ்படியச் செய்து பின் வடிகட்டிக், கழுவி 110°C வெப்பநிலையில் உலர்த்தப்படுகிறது. பின் இதிலிருந்து அதன் எடையறிப்பட்டு ஆன்ட்டிமனியின் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது.

நெ. சு. ஞானப்பிரகாசம்

ஆன்ட்டிமோனேட்டுகள்,

ஆக்ஸிஜன் உப்புக் கனிம வகையில் அடங்கிய கனிமங்களில் ஆன்ட்டிமனியை உட்கூறாகக் கொண்ட கனிமங்களை ஆன்ட்டிமோனேட்டுகள் என்று வகைப்படுத்தியுள்ளனர். இவ் வான்ட்டிமனி இயற்கையில் பல வகைப்பட்ட கனிமங்களுடன் உடனிணைந்த (associated) கனிமமாக இயற்கையில் காணப்படுகிறது.

இதில் பிண்டினிமைட்டு (bindineimite) என்பது ஓர் ஈய ஹைடிரஸ் ஆன்ட்டிமோனேட்டு. இக்கனிமம் இயற்கையில் துகள் நிலையிலும் சிறுநீரக வடிவிலும் மேற்படிவுகளில் காணப்படுகின்றன. இதன் நிறம் பழுப்பு, சாம்பல் பழுப்பு, மஞ்சள் ஆகியனவாகும். மற்ற வகை ஆன்ட்டிமனி கனிமங்கள் வானிலையால் வேதிச்சிதைவு அடையும்போது இரண்டாம் தரக் கனிமமாகக் கிடைக்கின்றன. இதன் ஒளி விலகல் எண் 1.84 முதல் 1.87 வரை மாறும். இவை உலகில் டிரான்ஸ்பைக்கிலாவிலும் (transbaiklia) நெர்ச்சின்ஸ்க்கிலும் (Nerchinsk) ஸ்பெயினில் சிரியா அல்மாஜிராவிலுள்ள கிரான் விலும் அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளில் அரகான்ஸ் மலையிலும் தெற்கு டக்கோட்டாவிலும் காணப்படுகின்றன.

மற்றொரு வகை கால்சியம் ஆன்ட்டிமோனேட்டு என்ற தனிமத்தை ரோமியைட்டு (romeite) என அழைப்பர். இதன் வேதியியல் உட்கூறு $Ca_2Sb_6O_{20}$ என்பதாகும். இது ஒரு போலி செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் நுண்ணிய எண்முகப் பட்டகத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் கடினத் தன்மை 5.5; அடர்த்தி 4.7 முதல் 5.1 வரை மாறும். இதன் நிறம் மஞ்சளாகவும் தேன் மஞ்சளாகவும் இருக்கும். இதன் ஒளி விலகல் எண் 1.83 முதல் 1.87 வரை மாறுபடும். இக் கனிமம் டடுமாண்டில் செயிண்ட் மார்சல் என்ற இடத்திலும் இத்தாலியிலும் பிரேசிலில் அட்டோப்பைட்டு (atopite) என்ற கனிமத்துடன் உடனிணைந்து மிகுல் பர்னியரிலும் (miguel burnier) காணப்படுகிறது.

வெஸ்லினைட்டு (weslienite). இது ஒருவகைச் சோடியம், கால்சியம் இரும்பு ஆன்ட்டிமோனேட்டு (Na_2 $FeCa_3$ Sb_4 O_8). இது செஞ்சமச்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் எண் பட்டக வகையாகப் படிகமாகிறது. இது நுண்படிக நிலையும் பிறழ்நிலை இரட்டை ஒளி விலகலும் (anomalous double refraction) உடையது; ஒளி இயலாக நேர்மறைக் கனிமம். அதிக அளவு ஒளியியல் கோணம் கொண்டது. இதன் ஒளிவிலகல் எண்

2.21. இது மஞ்சள், தேன்மஞ்சள், பழுப்பு மெழுகு ஆகிய நிறங்கள் கொண்டது. பளிங்கு மிளிர்விலிருந்து வைர மிளிர்வு வரை உடையது. சுவீடனில் ஹேமடைட்டு படிகங்களுடன வெர்மலாந்து (Vermland) என்ற இடத்தில் காணப்படுகின்றது. மேலும் மேகனோபில்லைட்டு (manganophylite) வடிவில் ரிச்டெரைட்டு (richterite) என்ற வகைக் கனிமங்களுடன் காணப்படுகின்றது.

ஷினீபர்கைட்டு(schneebergite). இதுஅறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகின்ற ஓர் ஆன்ட்டிமோனிக் கனிமம். இதன் வேதியியல் உட்கூறு Na_2O. $2Al_2O_3$. Sb_2O_5 என்பதாகும். இது நிறமற்றும் தேன் மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப்படும்; ஒளி ஊடுருவும் தன்மை உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 8; அடர்த்தி எண்4.285 ஆகும். அடியிணை வடிவப பக்கக் கனிமப் பிளவு கொண்டது. (001). ஒளியியலாக இது ஓர் எதிர்மறைக் கனிமம். இதன் இயல்பு ஒளிவிலகல் எண் 1.770. இயல்பிலா ஒளிவிலகல் எண் 1.772. சுவீடனில் வெர்மலாந்து என்ற இடத்தில் கால்சைட்டுடன் ஹேமடைட்டுடனும் பரல்மணிகளாகவும் ரிச்டெரைட்டு, மேகனோபில்லைட்டு ஆகியவற்றுடனும் காணப்படுகின்றது.

டிரைபுஹைட்டு (tripuhyite). இது ஓர் இரும்பு ஆன்ட்டிமோனேட்டாகும். இதன் வேதியியல் உட்கூறு (Fe_2 Sb_2 O_7) என்பதாகும். நுண்படிகத் தொகுப்புகளாக வெளிர் பச்சை மஞ்சள் நிறம் கொண்டு காணப்படுகின்றது. இதன் அடர்த்தி எண் 5.8. இது ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமம். இதன் ஒளிவிலகல் எண் விரைவொளி அச்சுக்கு (γ) 2.33 ஆகவும் மெதுவொளி அச்சுக்கு (α) 2.19 ஆகவும் இடையொளி அச்சுக்கு (β) 2.20 ஆகவும் உள்ளது. இதனின் ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் குறைவாக உள்ளது. இது அதிக ஒளிவிரவல் உடையது. சிவப்பொளி அச்சைவிட (γ) நீலஒளி அச்சின் நீளம் (ν) அதிகம் (γ > ν). பிரேசிலில் டிரைபுஷி என்ற பகுதிகளில் நிறையக் காணப்படுகிறது.

நாடோரைட்டு (nadorite). இது ஓர் ஈய ஆன்ட்டிமோனி குளோரைட்டு. இதன் வேதியியல் உட்கூறு (Pb. Sb_2O_4. $PbCl_2$) ஆகும். இது செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் கடினத் தன்மை 3.5 முதல் 4 வரைமாறும். இதன் அடர்த்தி எண் 7, இது எளிதில் உருகக்கூடியது. பழுப்பு மஞ்சள் நிறம் உடையது; ஒளியியலாக நேர்மறைக் கனிமம். இதன் ஒளியியல் அச்சுத் தளம் குறு இணைவடிவப் பக்கத்திற்கு (010) இணையாக உள்ளது. மிக அதிகமான ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் உடையது. இதன் ஒளிவிலகல் எண் விரைவொளி அச்சுக்கு (γ)2 .40 ஆகவும் மெதுவொளி அச்சுக்கு (α) 2.30 ஆகவும், இடைவொளி அச்சுக்கு (β) 2.35 ஆகவும் உள்ளது. இதன் ஒளிவிலகல் அதிகம். நீல ஒளி அச்சைவிட சிவப்பொளி அச்சில் நீளம் அதிகம். அல்ஜீரியாவில் நேடார் (Nador), கான்ஸ்ட்டட்டைன் (Constantine) முதலிய இடங்களில் கிடைக்கிறது.

ஒக்ரோலைட்டு (ochrolite). இது ஓர் ஈய ஆன்ட்டிமோனேட்டு ஈயக் குளோரைடு. இதன் வேதியியல் உட்கூறு Pb_4 Sb_2O_7. $2PbCl_2$) ஆகும். இது பலமடியாக மடிந்த தொகுதிகளாகச் சிறு படிகங்களாகக் காணப்படுகின்றது. கந்தக மஞ்சள் நிறம் கொண்டது. பெஜஸ்பார்க் என்ற இடத்திலும் சுவீடனில் வெர்ம்லாந்து என்ற இடத்திலும் காணப்படுகின்றது.

பெலஜோலோலைட்டு (blajololite). இது கோள வடிவில் திண்மையான நிலையில் காணப்படுகின்றது. இதன் வேதியியல் உட்கூறு 4Fe SbO_4 $3H_2O$. இது பரவலாக அடர்த்தியான திண்ம நிலையில் காணப்படுகின்றது. அல்ஜீரியாவில் கான்ஸ்ட்டட்டைன் வடக்கு பேலில் (Bail) ஹமாம் (Hamam) என்ற இடத்திலும் அல்ஜீரியாவில் டிஜிபெல் நாடாருக்குத் தெற்கிலும் காணப்படுகின்றது.

கட்டபிட்ரைட்டு (catobtrite). இது ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் படிகங்கள் நுண்ணிய நிலையிலும் படலமாகவும் காணப்படுகின்றன. இதன் வேதியியல் உட்கூறு (14 Mn, Fe) O_2 (AlFe) $_2O_3$, $2SiO_2$, Sb_2O_5 இதன் தாள் வடிவப் படலங்கள் குறுஇணை வடிவப் பக்கத்திற்கு இணையாக உள்ளன. செவ்விணை வடிவப் பக்கத்திற்கு இணையாக நல்ல கனிமப் பிளவைக் கொண்டுள்ளது. இதன் கடினத்தன்மை 5.5; அடர்த்தி எண் 4.5; இதன் நிறம் கருமை. சிறு உடைபரப்புகளில் இது சிவப்பு நிறமாக உள்ளது. இது ஒளியியலாக எதிர்மறைக் கனிமம். இதன் ஒளியியல் அச்சுத்தளம் குறு இணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (010) இணையாக உள்ளது. இது பல திசை அதிர் நிறமாற்றம் உடையது. இதன் நிறம் செம்பழுப்பு நிறத்திலிருந்து சிவப்பு மஞ்சள் நிறம் வரை மாறும். இது சுவீடனில் வெர்ம்லாந்து என்ற இடத்தில் கிடைக்கிறது.

டெர்பிலைட்டு (derbylite). இது ஒரு டைட்டனேட்டு ஆன்ட்டிமொனேட்டு இரும்பு. செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் படிகங்களாகக் காணப்படுகின்றது. இதன் கடினத் தன்மை 5: அடர்த்தி எண் 4.53; இது கரிய நிறம் உடையது. ஒளியியலாக ஓர் அச்சு நேர்மறைக் கனிமம் (uniaxial positive). இது டிரபுஷியில் உருபெரட்டோவிலும், பிரேசிலில் ஜிராஸ் (geres) சுரங்கத்திலும் காணப்படுகின்றது.

லெவிசைட்டு (lewisite). இது கால்சியம் டைட்டனேட்டு ஆன்ட்டிமோனேட்டு. இதன் வேதியியல் உட்கூறு 5CaO. $2TiO_2$. $3Sb_2O_5$ ஆகும். இது செஞ்சமச் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் எண்முகப் படிகங்களாகவும் எண்முகப் பட்டகப் பிளவு கொண்டும் காணப்படுகின்றது. இதன் கடினத்தன்மை 5.5;

அடர்த்தி எண் 4.9; இது எளிதில் உருகக் கூடியது. டெர்பலைட்டு கிடைக்கும் இடத்திலெல்லாம் இது கிடைக்கிறது.

மாய்சீலைட்டு (maizelite). இது ஓர் ஈயக் கால்சிய டைட்டனேட்டு ஆன்ட்டிமோனைட்டு. இது லெவசைட்டை எல்லாப் பண்புகளிலும் ஒத்து இருக்கும். இது சுவீடனில் வெர்ம்லாந்து, ஜெராக்காஸபெர்க், நாடுமார்க் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

அம்மியோலைட்டு (ammiolite). இது ஓர் அரிதான பாதரசத்தின் இரட்டை ஆன்ட்டிமோனைட்டு. கரு நீல நிறந்தொடு திண்மையான மண் போன்ற வகையாகத் தோன்றுகிறது. இது சிலி தீவில் காணப் படுகின்றது.

சு.ச.

நூலோதி

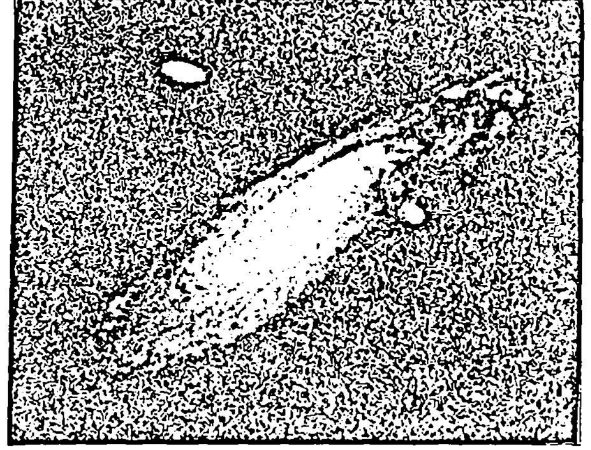
1. Ford, W.E., Danna's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985
2. Deer, W.A., Howle, R.A., Zussman, J., An Introduction to the Rock Forming Minerals, ELBS; England, 1983.
3. Winchell, N.A., Winchell, H., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1988.

ஆன்றமேடா மண்டலம்

புவியிலிருந்து 2,000,000ஒளியாண்டுகள் (light years) தொலைவில் ஆன்றமேடா விண்மீன்குழுவில் (andromeda constellation), சுருள் அமைப்பில், மங்கலான ஒளியுள்ள முகில் போலத் தோற்றமளிக்கும் அமைப்பு ஆன்றமேடா மண்டலம் (andromeda galaxy) எனப் படும். ஏறக்குறைய 200,000 ஒளியாண்டுகள் விட்ட அளவுடைய இம்மண்டலத்தைக் கண்களாலேயே பார்க்க முடியும். இதனுள் பல விண்மீன்கள் விண் மீன் திறன்கள், ஒண்முகிற் படலங்கள் (nebulae), ஒளிர் மீன்கள் (novae) இருப்பனவாகப் புதிய கருவி களின் மூலம் கண்டுபிடித்துள்ளனர். மற்றும் NGC 205, NGC 221 எண்ணிக்கைகள் உடைய இரு நீள் வளைய அமைப்புள்ள சிறு துணைக்கோள்களும் உள்ளன.

ஆன்றமேடா மண்டலத்தின் மெசையர் எண் ணிக்கை M-31ம் புதிய பொதுப்பட்டியல் (new general catalogue-NGC) எண்ணிக்கை NGC 224ம் ஆகும். (காண்க: மெசையர் எண்ணிக்கை புதிய பொதுப்பட்டியல்)

இது புவியின் வடபகுதியில் வாழும் மக்களுக்குத் தெரியக்கூடியது. 2 $\times 10^8$ வருடங்களில் தன்னைத் தானே ஒருமுறை சுற்றுகின்றது. இதிலுள்ள மொத்த



ஆன்றமேடா மண்டலம்

விண்மீன்களின் எண்ணிக்கை 2×10^{11}ஐ விட அதிக மாகும்.

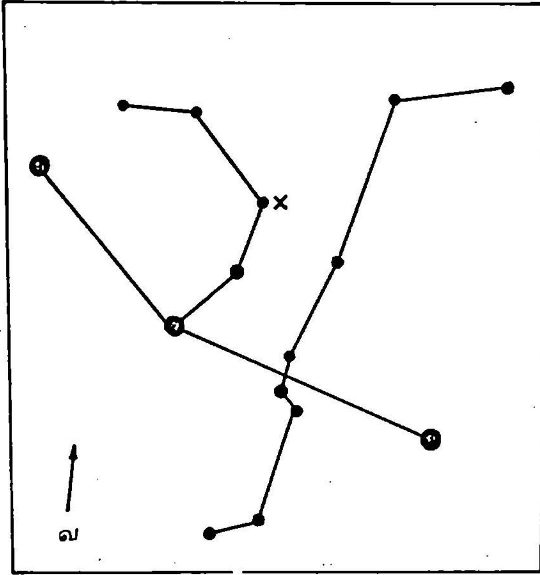
A.D.964 ஆம் ஆண்டில் அசுஃபி (Assufi) என்ற அரபு வானியல் அறிஞரால், நிலையான விண் மீன்களைப் பற்றிய புத்தகத்தில் (book of the fixed stars) இம்மண்டலம் பற்றிக் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு கொம்பு (horn) வழியே ஒரு மெழுகுவர்த்தியின் ஒளியைப் பார்த்தால் எவ்வாறு தோன்றுமோ அவ் வாறுள்ளது என்று, சைமன் மாரியஸ் (Simon Marius) என்ற ஜெர்மானிய வானியல் நிபுணர், 1612-இல் தொலைநோக்கி மூலம் கண்டு, இதைப் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

சு. சீனிவாசன்

ஆன்றமேடா விண்மீன்குழு

வானக்கோளத்தின் வடபகுதியில் பெர்சியஸ் (perseus) விண்மீன் குழுவிலிருந்து பெகாசஸ் (pegasus) விண் மீன்குழுவின் வடமேற்கு முனை வரை பரவியுள்ள விண்மீன்குழு ஆன்றமேடா (andromeda) எனப்படும். இக்குழுவின் வல ஏற்றம் (right ascension) ஒரு மணி நடுவரைவிலக்கம் (declanation) 40° வடக்கு ஆகும். இது வானக்கோளத்தில் 722.3 சதுரப்பாகைகள் (square degrees) இடத்தை நிரப்பிக்கொண்டுள்ளது.

இவ்விண்மீன்குழுவில்உள்ள α,β,γ என்ற மூன்று விண்மீன்களும் இரண்டாம் பொலிவுப் பரிமாண முடையனவாகும். இவற்றில் α-ஆன்றமேடா என்பது உத்திரட்டாதி விண்மீன் ஆகும் δ,E என்ற விண் மீன்கள் முறையே மூன்றாம், நான்காம் பொலிவுப்பரிமை (magnitude) உடையன. γ விண்மீன்



ஆன்றமேடா விண்மீன்குழு

மூன்று விண்மீன்களின் கூட்டு விண்மீன் ஆகும். இவ் விண்மீன் பார்ப்பதற்கு அழகாக இருக்கும். ஆனால் கண்களால் காண இயலாது. முன்பு ஒண்முகிற்படலம் (nebula) என்று கருதப்பட்ட வந்த ஆன்றமேடா மண்டலம் (andromeda galaxy) இக்குழுவில் γ விண் மீனுக்கு அருகில் அமைந்துள்ளது. மேலும் இக் குழுவில் பல ஒளிரும் விண்மீன்களும் (cepheid), மாறும் விண்மீன்களும் (variable stars), கோள் ஒண்முகிற்படலம் (planetary nebula) NGC 7662 உம் அமைந் துள்ளன. காண்க. உத்திரட்டாதி, ஆன்றமேடா மண்டலம்.

பெ.வ.

ஆனிக்ஸ்

வரி அமைப்புடைய சால்சிடொனி எனப்படும் குவார்ட்ஸ் (quartz SiO_2) கனிம வகையிலுள்ள வரிகள் அகேட்டில் (agate) உள்ளதுபோல் வளைந்தவாறு இல்லாமல் நேர் இணைகோடுகளாக அமையும்போது அதற்கு ஆனிக்ஸ் (onyx) என்று பெயர். ஆனால் மணிக்கல் வணிகத்தில் சாம்பல் நிற சால்சிடொனி கல்லுக்குக் கறுப்பு, நீலம், பச்சை முதலிய பல நிறங் களைச் செயற்கை முறையில் ஊட்டி அதை ஆனிக்ஸ் என்று கூறி விற்கிறார்கள். அந்த நிறங்கள் கெட்டியாக மாறாத தன்மையுடன் இருப்பதால் நிற மூட்டப் பட்டன என்பதையே தெரிவிப்பதில்லை.

இயற்கையில் ஆனிக்ஸ் வெள்ளையுடன் பழுப்பு, சிவப்பு நிறங்கள் கலந்தும், எப்போதாவது வெள்ளை யுடன் கறுப்பு நிறம் கலந்தும் இருக்கும். செம்பழுப் புடன் வெள்ளை அல்லது கறுப்பு வரிகளைக் கொண்ட வகைக்குச் சார்டானிக்ஸ் (sardonyx) எனப்பெயர் உண்டு. இது கார்னீலியன்சார்டு (carneliansard) எனப்படும் சிவப்புச் சால்சிடொனி கனிமப் படலங் களைக் கொண்டது. இதுவே பெயர் பெற்றமணிக் கல் வகையாகும், புடைப்பான உருவம் செதுக்கப் பட்ட மணிக்கல் பதக்கம் (cames) அல்லது குடைவான உருவம் செதுக்கப்பட்ட மணிக்கல் பதக்கம் (intaglio) ஆகியவை ஆனிக்ஸ் கற்களில் செதுக்கப் படுகின்றன.

ஆனிக்ஸ் பளிங்கு (onyx-marble) எனப்படும் வகைச் சுண்ணப்படலப் படிவுக் கல்லாகும். இது குகைகளில் ஊறும் சுண்ணச் சத்துள்ள நீர் ஆவியாவதால் படியும் வண்ணப் படலங்களைக் கொண்ட கேல்சியம் கார்பொனேட்டாலான கல்புற்றுப் போன்ற கூரைப் படிவுக் கூம்பு வடிவக் (stalagmite) கனிம வளர்ச்சி உடையதாகும்.

ம.ச. ஆனந்த்

நூலோதி

1. Ford, W.E., Dana's Textbook of Mineralogy, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

ஆனைக் குண்டுமணி

ஆனைக்குண்டுமணி அல்லி இணையா (polypetalous) இருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான மைமோசேசியைச் (mimosaceae) சார்ந்ததாகும். தாவரவியலில் இதற்கு அடினாந்தீரா பவோனினா (*adenanthera pavonina* linn.) என்று பெயர். அந்தமான், தென்னிந்தியா, மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைக் காடு கள், பர்மா, கிழக்கு இமாசலப் பிரதேசம் ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றது. தோட்டங்களிலும், சாலை ஓரங்களிலும் கூடப் பயிரிடப்படுகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது 20முதல் 30மீ.வரை வளரக் கூடிய நடுத்தர உயரமான இலையுதிர் மரம். 2 முதல் 3 மீ. பருமன் வரை பருக்கக்கூடியது. இதன் இரட்டித்த சிறகமைப்புக் கூட்டிலைகள் (bipinnately compound leaves) எதிரடுக்கில் அமைந்தவை; சிற்றிலைகள் (leaflets) பல மாற்றடுக்கில் காணப்படும்; இவை காம்புகளற்றவை. இலையடிச்சிதல்கள் சிறியவை; இலைகள் முதிரும் முன்னரே உதிரக்கூடியவை. மலர்கள் மஞ்சள் நிறமானவை; கூட்டுப்பூத்திரள் கதிர்வகை (panicle raceme) மஞ்சரியில் அமைந்தவை; நறுமணமுள்ளவை. மஞ்சரி இலைக்கோணங்களிலோ மிலாரின் நுனியிலோ காணப்படும். பூவடிச்சிதல்கள் (bracts) மிகச் சிறியவை. புல்லி வட்டம் சிறியது. அல்லி இதழ்கள் 5, அடியில் இணைந்தவை; தொடு இதழமைவில் (valvate aestivation) இருக்கும். மகரந்



ஆனைக்குண்டுமணி

1. பூ மொட்டு 2. மகரந்தத் தாளின் வெளிப்புறத் தோற்றம் 3. மகரந்தத்தாளின் உட்புறத் தோற்றம் 4. மகரந்தப்பை நுனியில் உள்ள சுரப்பி 5. சூற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 6. சூல் 7. பூ 8. மிலார் 9. மஞ்சரி 10. விதை 11. சூலகம் 12. வெடித்த கனியின் தோற்றம்

தத் தாள்கள் 10, இணையாதவை; இவற்றில் 5 குட்டையாகவும், 5 நீளமாகவும் மாறி மாறி அமைந்திருக்கும். மகரந்தப்பை நீள் சதுரமாகவும் (oblong) அதன் நுனி சுரப்பியைப் (gland) பெற்றும் காணப்படும். சூற்பை காம்பற்றது, பல சூல்கள் கொண்டது. சூலகத் தண்டு நூல் போலவும், சூலக முடி சிறியதாகவும் இருக்கும். கனி 15 முதல் 20 செ.மீ. வரை நீளமுடையதும் முறுக்குடையதும், உட்புறம் தடுப்புகளைக் கொண்டதாகவுமிருக்கும். விதைகள் ஏறக்குறைய முட்டை வடிவத்துடனும், பளபளப்பாகவும் சிவப்பு நிறத்துடனும் காணப்படும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. தோட்டங்களிலும், சாலையோரங்களிலும் அழகுத் தாவரமாக வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் மரத்தூளிலிருந்து பசை செய்து அதை நெற்றியில் அணியப் பயன் படுத்துகிறார்கள். விதைகளை நகை வியாபாரிகள் எடைக் கற்களாகப் பயன்படுத்துவர். அழகுப் பொருள்கள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. மரக்கட்டை, கட்டிடங்களுக்கும,

மேசை, நாற்காலி முதலியவைகள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது. இதன் வைரக் கட்டை (heart wood) சிவப்பாக இருப்பதால், இதனை உண்மையான சிவப்புச் சந்தன மரத்தின் கட்டைக்குப் (red sanders; pterocarous santalinus) பதிலாகப் பயன் படுத்துகிறார்கள்.

பா. அண்ணாதுரை

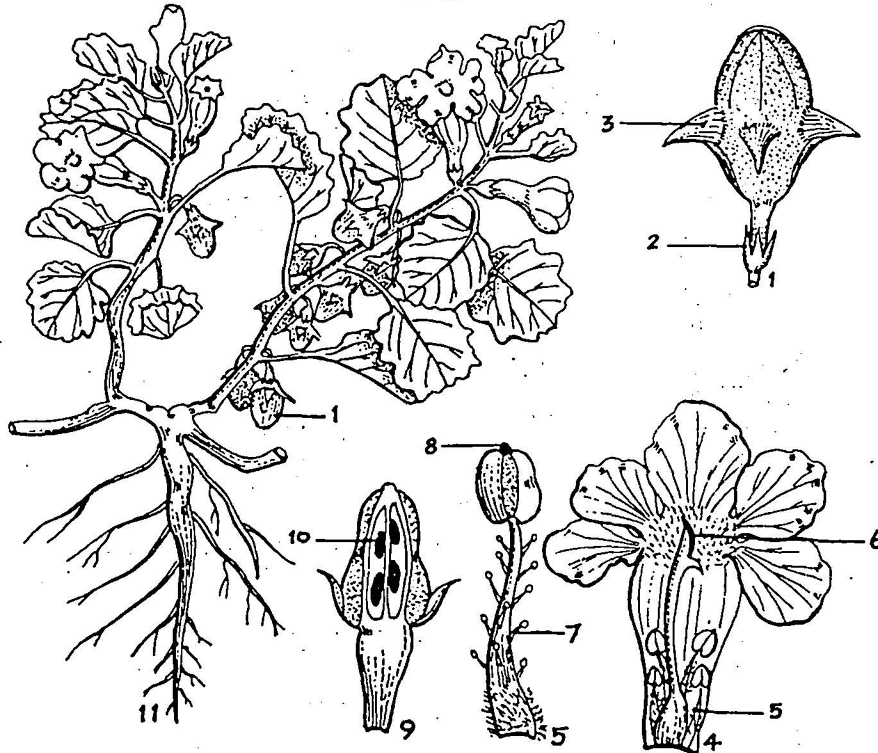
நூலோதி

1. Brandis, D., Indian Trees,Constable & Co., Ltd., London, 1921.
2. Gamble, J.S., Fl. Pres. Madras, Adlard & Son, Ltd,, London, 1918.
3. The Wealth of India, CSIR Publication, New, Delhi, 1984.

ஆனை நெருஞ்சி

தாவரவியலில் பெடாலியம் மூரக்ஸ் (*pedalium murex* Linn). என்று கூறப்படுவது ஆனை நெருஞ்சி ஆகும். தமிழில் இதற்குப் பெரு நெருஞ்சி என்ற மற்றொரு பெயருமுண்டு. இருவித்திலைப்பிரிவில் (dicotyledoneae) அல்லி இணைந்த (camopetalous) பெடாலியேசிக் (pedaliaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். இது களைச்செடியாகத் தக்காணத்திலும் (deccan), குறிப்பாகக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் இலங்கையிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றது. வெப்பமண்டல ஆப்பிரிக்காவிலும் பரவியிருக்கின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது ஏறக்குறைய சதைப்பற்றுள்ளது; பலகிளைகளுடன் பலபக்கங்களில் பரவி வளரக்கூடிய குறுங் களைச்செடியாகும். இதற்கு அழுகிய மாமிசத்தின் மணம் உண்டு. செடி முழுதும் வழவழப்பான மூசிலேஜை (mucilage) உண்டாக்கக் கூடிய மிகச் சிறிய சுரப்பிகளுண்டு இலைகள் முட்டை வடிவான (ovate); ஏறக்குறைய பிளவுகளுடைய (lobed) அல்லது ஒழுங்கற்ற முறையிலமைந்துள்ள பற்கள் போன்ற விளிம்புகளையும், வெளிர்பசுமை நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். பெரும்பாலும் எதிரடுக்கிலும்(opposite phyllotaxy),5முதல்10



ஆனை நெருஞ்சி

1. முழுக்கனி நிலைத்த புல்லிவட்டம் 3. முள் 4. பூவின் விரிப்புத்தோற்றம் 5. மகரந்தத்தாள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 6. சூலகமுடி 7. மகரந்தத்தாளின் சுரக்கும் கேசங்கள் 8. மகரந்தப்பை நுனியில் உள்ள சுரப்பி 9. சூற்பையின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம் 10. சூல் 11. முழுச் செடி.

செ. மீ. நீளத்துடனும் இருக்கும். இலைக் காம்புகள் 1.4 முதல் 4 செ.மீ. நீளமுள்ளவை. பூக்கள் எடுப்பான மஞ்சள் நிறத்துடனும்இலைக்கோணங்களில் தனித்தும், இருபக்கச் சமச்சீருடனும் (zygomorphic) இருக்கும். பூக்காம்பு குட்டையான, இருசுரப்பிகளைக் (glands) கொண்டது. புல்லிவட்டம் சிறியது; 5 இதழ்களைக் கொண்டு இணைந்து, பிளவுற்றது. அல்லிவட்டக் குழலின் (corolla tube) கீழ்ப்பகுதி சிறுத்தும், மேற்பகுதி அகன்றும் இருக்கும். ஐந்து அல்லி இதழ்கள் வட்டமான பிளவுகளுடன், ஏறக்குறைய இரு உதடுகளைப் போன்று (sub-bilabiate) அமைந்திருக்கும். ஐந்து மகரந்தத் தாள்களில் ஒரு சோடி உயர் மட்டத்திலும், மற்றொரு சோடி அதன் கீழ்மட்டத்திலும் அமைந்திருக்க, ஐந்தாவது மகரந்தத்தாள் மட்டும் வளர்ச்சியடையாமல் குறைவுற்றிருக்கும். மகரந்தப் பைகள் தொங்கு முறையிலமைந்திருக்கும். சுரக்குந்தட்டு பெரியதாகச் சாய்வாக அமைந்திருக்கும். சூற்பை இரு அறைகளைக் கொண்டது; ஒவ்வோர் அறையிலும் இரு சூல்களுண்டு. சூலக முடி இரு பிளவுகளுடனிருக்கும். இதன் கனி கெட்டியானது; வெடிக்காதது, இரு அறைகளைக் கொண்டது; மேற்பகுதி முட்டை வடிவமாகவும் அல்லது மழுங்கலாகவும் இருக்கும்; கீழ்ப்பகுதி நான்கு பக்கங்களையும், வரம்புகளில் கூர்மையான, வலிமையான முட்களையும் பெற்றிருக்கும். விதைகள் கருமை நிறமும் நீள் சதுர அமைப்பும் (oblong) உடையனவாக ஒவ்வோர் அறையிலும் இருக்கும். 2 விதைகள் உண்டு; இவை ஒன்றன்மேலொன்றாகத் தொங்கு முறையிலமைந்திருக்கும்.

பாகங்களைப்பாலிலோ நீரிலோ இட்டுக் கலக்கும் பொழுது, வழவழப்பான குழைப்பு வெளிப்படும். குழைப்பு நீருக்கும் பாலுக்கும் எந்தவகையான சுவையையும், நிறத்தையும, மணத்தையும்கொடுப்பதில்லை.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. குழைப்புக் கலந்த பால் அல்லது நீர், நோய் போக்கக் கூடிய (demulcent) பொதுத் தன்மையுடையது. மேலும் இது சிறுநீரைப் பெருக்குந் தன்மையும் (diuretic); ஊட்ட நீர்மத் தன்மையும் (tonic) பெற்றிருக்கின்றது. மேகவெட்டைக்கு (gonorrhoea) இது மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது. புண்களைக் குணப்படுத்துவதற்கு இலைகளை அவற்றின் மேல் வைத்துக் கட்டுகின்றார்கள். வேர்களுக்குப்பித்தத்தைப் போக்குந் தன்மை உண்டு. ஆப்பிரிக்காவில் இதன் இலைகளைச் சமைத்து உண்கின்றார்கள். காய்களில் அல்கலாய்டுகள் (alkaloids) நிறைந்திருப்பதனால், பல மருந்து வகைகள் செய்வதற்கு அவை பயன்படுகின்றன.

எ.கோ

நூலோதி

1. Clarke, C.B., Hook. f. Fl. Br. Ind. Vol. IV. 1885
2. Gamble, J. S., Fl. pres. Madras. Vol. II, Adlard& Son, Ltd., Lond., 1921.
3. The Wealth of India. Vol. VII. CSIR Publication, NeW Delhi, 1966.

ஆனைப் பருவன்

ஒரு விதையிலைக் குடும்பமான ஆரேசியைச் (*araceae*) சார்ந்த ஆனைப்பருவன் (*pothos scandens* Linn.) என்ற கொடி மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைக் காடுகளில் 100 மீ. உயரத்தில் காணப்படுகின்றது. மேலும் இது இந்தியா முழுதும், பர்மா, சிங்கப்பூர், இலங்கை, அந்தமான், நிக்கோபார் தீவுகளிலும் பரவியிருக்கின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது என்றும் பசுமையான, கிளைகளுடைய சிறு விரல் அளவிற்குத் தடித்த தண்டுகளைப் பெற்ற ஏறுகொடி (climbers) ஆகும். கணுக்களில் தோன்றுகின்ற வேற்றிடத்து வேர்களின் (adventitious roots) உதவியால் மரங்கள் பாறைகளின் மேல் படர்ந்து வளரக்கூடியவை. ஆனைப் பருவன் இலைகள் இரு பக்கமாக (distichous) அமைந்தவை; இலைகள் தனித்தவை, ஈட்டி (lanceolate) அல்லது நீள் ஈட்டி வடிவமானவை (linear anceolate); முனைகள் நீள் கூர்மையானவை. (acuminate); மேலும் இலைக்காம்புகள் பெரும்பாலும் அகன்ற இறகு போன்ற (winged) அமைப்புடன் இலையுடன் இணைந்து காணப்படும்; நரம்புகள் பல நெருக்கமாக அமைந்தவை. இது மஞ்சரி (spadix) வகையைச் சார்ந்தது; இது உருண்டை வடிவமாகவோ, முட்டை வடிவமாகவோ, நீள் சதுரமாகவோ மஞ்சள் நிறத்துடன் காணப்படும். மஞ்சரிப் பாளை (spathe) படகு வடிவானது (cymbiform); சிறியது; நிலையானது. மலர்கள் இருபாலானவையாகப் பூவிதழ் வட்டம் (perianth) 6 இதழ்களைப் பெற்று இரு வட்டங்களாக (3×3) அமைந்திருக்கும். இவற்றின் நுனி உட்புறமாக வளைந்திருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் 6, மகரந்தக் கம்பிகள் தட்டையானவை, மகரந்தப் பைகள் சிறியவை. சூற்பை முட்டை வடிவமாகவோ, நீள் சதுரமாகவோ (oblong) காணப்படும். மூன்று அறைகளைக் கொண்டது. அறை ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு சூல் காணப்படும். கனி நீள் சதுரமானது; சிவப்பு நிறமுடையது; 1 முதல் 3 விதைகளைக் கொண்டது. விதைதட்டையாகவும் நீள்வட்டமாகவும் (elliptic)இருக்கும்: விதை உறை (testa) தடிப்பானது. முளை சூழ் சதை (endosperm) இதற்குக் கிடையாது. கருவிதை முழுதும் நிரம்பியிருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் ஆனைப்பருவன் இலைகளை அரைத்து உடம்பின் மேல் தடவி அம்மை நோயைக் குணப்படுத்துவார்கள். வலுவான தண்டுகளிலிருந்து, அரைக்கச்சைகள் (belts), ஆரம் (necklace)போன்றவைகளை அந்தமான் தீவிலுள்ளவர்கள் செய்கின்றார்கள். கொப்புளங்களைக் குணப்படுத்து

வதற்கு இதன் வேர்களைக் கசக்கி எண்ணெயில் வறுத்துப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இலைச்சாற்றில் குளித்தால் வலிப்பு நீங்குகின்றது. தண்டின் துண்டு களைக கற்பூரத்துடன் சேர்த்து இளைப்பு நோயைக் குணப்படுத்துவதற்குப் புகைப்பார்கள்.

பா. அண்ணாதுரை

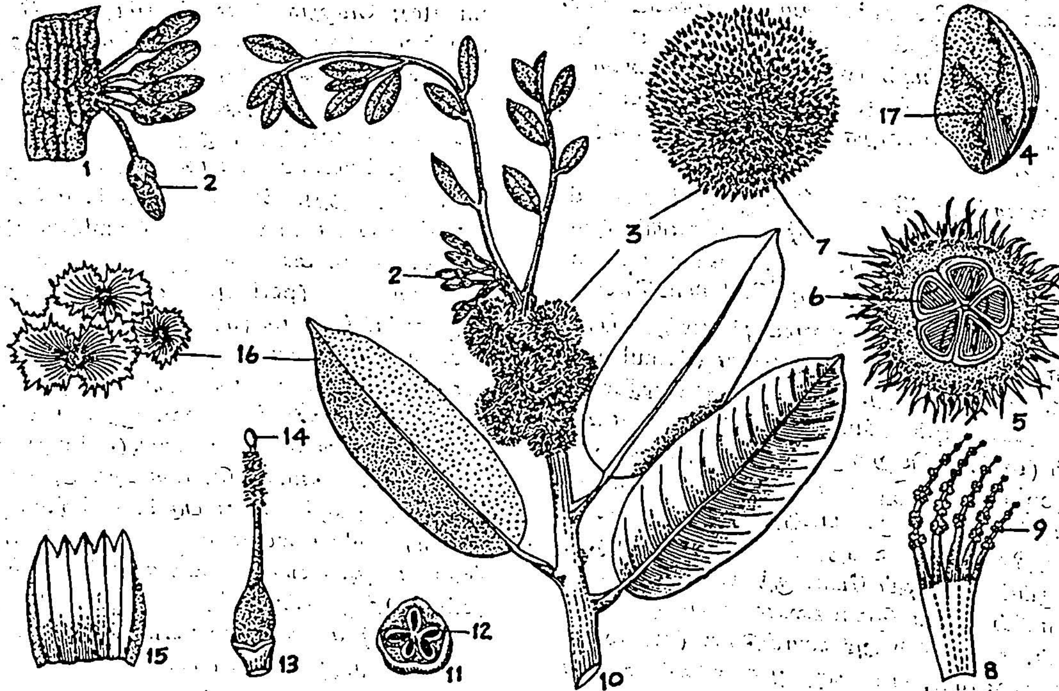
நூலோதி

1. Fischer, C.E.C., Gamble's Fl. Pres. Madras, Adlard & Son, Ltd., London, 1931.
2. Hooker, J.D., Hook. F. Fl. Br. Ind. 1893.
3. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1969.

ஆனைப்பலா

இருவித்திலைப்பிரிவிலுள்ள (dicotyledoneae) அல்லி இணையாப் (polypetalous) பாம்பக்கேசி (bombacaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தவகை ஆனைப்பலாவா கும். தாவரவியலில் கல்லீனியா எக்ஸ்சா (*cullenia excelsa* Wt. = C. *zeylanica* (gardner) Wt.ex K. Schum) என்று பெயர். தமிழில் பலா, வெடிப் பலா மலைக்கொன்சில் என்ற மாற்றுப் பெயர்களும், வணிகத்துறையில் கரணி (karani) என்ற பெயரு முண்டு. இது மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைக்காடுகள், இலங்கை ஆகிய பகுதிகளில் 1500 மீ. உயரம் வரை வளர்க்கப்படுகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது நேராகவும், ஏறக்குறைய 20 மீ. (முதல் கிளை வரை) உயரம் வரை வளரக் கூடிய மிகப்பெரிய இலையுதிரா மரமாகும். இதன் பட்டை பழுப்பாகவும், சமபரப்புடனும் இருக்கும். கிளைகள் எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரவியிருக்கும். இதன் இளம் பாகங்கள் எல்லாம் தட்டையான சிதல்களால் (peltate scales) மூடப்பட்டிருக்கும். இலைகள் தனித்தவை, நீள்சதுரமானவை (elliptic oblong) மேற்புறம் பளபளப்பான பசுமை நிறமாகவும், கீழ்ப் புறம் வெள்ளி போன்ற வெண்மை நிறத்துடனும், அடர்த்தியான சிதல்களுடனும் நீள்கூர்மையான நுனியுடனும் இருக்கும். (acuminate). பூக்கள் வெளிர்



ஆனைப்பலா

1. பூ மொட்டுகளையு... மொட்டு 3. கனி (இரு அளவுகளில் காண்க) 4. முழுவிதை 5. கனியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 6. விதையின் ... ...டுத் தோற்றம் 7. கனி உறையின் முள்போன்ற வளரிகள் 8. மகரந்தக்குழாயின் விரிப்புத் தோற்றம் 9. மகரந்தப்பை 10. மிலார் 11. சூற்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 12. சூல் 13. சூலகம் 14. சூலகமுடி 15. புல்லி வட்டத்தின் விரிப்புத் தோற்றம் 16. தட்டைச் சிதல்கள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 17. ஏரில்.

பழுப்பு நிறத்துடன் நெருக்கமாகவும், அடர்த்தியாகவும், இலைகளில்லாத கிளைகளிலும், அடிமரத்திலும் அமைந்திருக்கும். பூவடிச்சிதல்கள் (bracteoles) 3-5; இவை இணைந்து குழாய் போன்றும், வெளிப்புறத்தில் பழுப்பு நிறமுள்ள தட்டையான சிதல்களைப் பெற்றுமிருக்கும். புல்லி இதழ்கள் 5; இவை இணைந்து உருளை போன்றிருக்கும்; புல்லி வட்டம் உதிரக் கூடியது. அல்லி இதழ்கள் கிடையா. மகரந்தத்தாள் குழல் (staminal tube) நுனியில் 5 பிளவுகளுடன் கிளைத்திருக்கும்; மகரந்தப்பை சிறியது, ஏறக்குறைய உருண்டையானது, ஓர் அறை கொண்டது; மகரந்தப்பைகள் மகரந்தத்தாள் குழலின் 5 கிளைகளில் ஒழுங்கான முறையில் திரள்திரளாக அமைந்திருக்கும். சூற்பை 5 அறைகளைக் கொண்டது; ஒவ்வோர் அறையிலும் உள்ள 2 சூல்கள் ஒட்டு முறையில் (axile placentation) ஒன்றன்மேலொன்றாக (superposed) அமைந்திருக்கும். சூலகத்தண்டு கேசங்களுடன் நீண்டிருக்கும்; சூலகமுடி முடிச்சுப் போன்றிருக்கும். கனி உருண்டையாகவும் ஆரஞ்சு கனி அளவாகவும் முட்கள் அடர்த்தியாகவும் மூடப்பட்டிருக்கும். கனி 5 துண்டுகளாக வெடிக்கக்கூடியது. விதை முந்திரிக் கொட்டை போன்றது, பழுப்பு நிறமுடையது; இதைச் சுற்றிச் சதைப்பற்றுள்ள ஏரில் (aril) என்ற உறை இருக்கும். முளை சூழ்சதை (endosperm) கிடையாது. வித்திலைகள் வெவ்வேறு அளவினை உடையவை, சதைப்பற்றுள்ளவை.

இதன் கனிகள் வெளித்தோற்றத்திற்குச் சிறு பந்தளவில், பலாப்பழம் போன்று வலுவான முட்களை மேற்பரப்பில் அடர்த்தியாகப் பெற்றிருப்பதனாலும், இவை தரையில் விழுந்தவுடன் வெடித்து விதைகள் வெளிப்படுவதனாலும், விதைகள் ஓரளவிற்குப் பலாக்கொட்டை போன்றிருப்பதனாலும் இதற்கு வெடிப்பலா என்ற பெயர் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும். ஏரிலினால் மூடப்பட்ட விதைகளைக் குரங்குகள் விரும்பி உண்கின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் கட்டை சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறமானது; இலேசானது; மிருதுவானது. வெட்டி எடுத்தவுடன் பக்குவப்படுத்திய கட்டை நல்ல பலகைகள், சரக்குப் பெட்டிகள், ஒட்டுப் பலகைகள் (plywood) ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது. இதன் கட்டையைப் பயன்படுத்திப் பென்சில்களும், எழுதுகோல்களும் தயாரிக்கலாம் என்று கூறப்படுகிறது.

எ.கோ.

நூலோதி

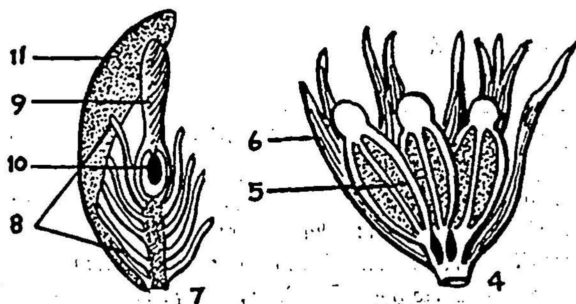
1. Gamble, J.S. Fl. Pres. Madras. Vol. I. Adlard & Son, Ltd., Lond., 1925.
2. Masters, T. M., Hook. F. Fl. Br. Ind. Vol. I. 1834.
3. The Wealth of India. Vol. II, CSIR. publication New Delhi, 1984.

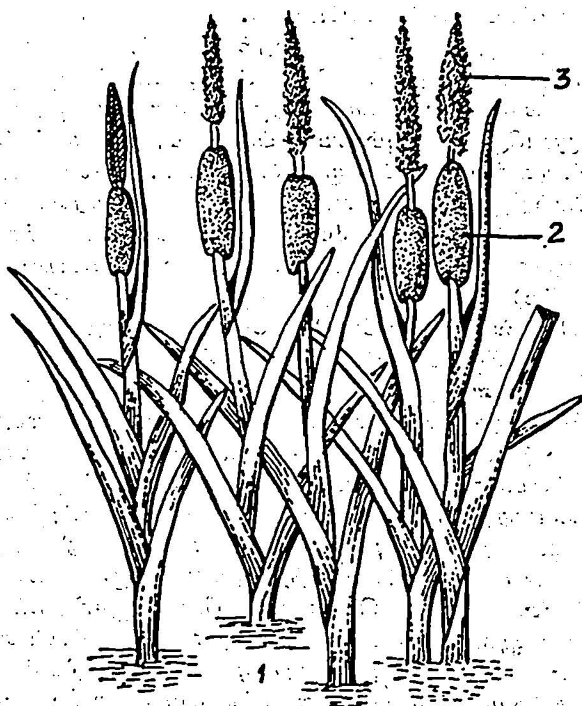
ஆனைப்புல்

ஆனைப்புல் என்பது ஒருவித்திலைப் பிரிவிலுள்ள (monocotyledoneae) டைஃபேசி (typhaceae) என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இதற்குத் தமிழில் ஆனைக் கோரை என்ற பெயருமுண்டு. தாவரவியலில் டைஃபா எலிஃபன்டைனா (*typha elephantina* Roxb. =*T. angustifolia* Watt. *non* Linn.) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இது வடமேற்கு இந்தியா, அசாம், தென்னிந்தியப் பகுதிகளிலுள்ள சதுப்புநிலங்கள், நன்னீர், உவர் நீர்த்தேக்கங்கள் ஆகியவற்றில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப் பண்புகள். இது 2.4 மீ, உயரம் வரை நெருக்கமாகவும், கூட்டமாகவும் வளரக்கூடிய நீர் வாழ் தாவரமாகும். இதற்கு மட்டநிலத்தண்டு (rhizome) உண்டு. இலைகள் புல்போன்றிருக்கும். இவை முக்கோண வடிவத்திலும், நுரைபோன்று (spongy) மிருதுவாகவும், சமபரப்புடனும், 1.2 முதல் 1.8 மீ. நீளத்தையும், 1.8 முதல்3.8 செ. மீ. அகலத்தையும் பெற்றிருக்கும்; இலையின் விளிம்பு சாதாரணமாக அலை போன்று (undulate) காணப்படும். பூக்கள் ஒருபாலானவை(unisexual).இவை நீண்ட ஈட்டிவகை (spike) மஞ்சரியிலமைந்திருக்கும். ஆண் பூக்கள் மஞ்சரித்தண்டின் (peduncle) மேற்பகுதியிலும், பெண் பூக்கள் கீழ்ப்பகுதியிலும் அமைந்திருக்கும். ஆண் பூக்கள் உள்ள பகுதி பெண் பூக்கள் உள்ள பகுதியை விட அதிக நீளமுள்ளது. பூவடிச்சிதல்கள் (bracts) உண்டு. ஆண் பூக்கள் பகுதியிலுள்ள மஞ்சரித்தண்டு குட்டையான, பிளவுபட்ட கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும்.மகரந்தத் தாள்கள் 1முதல்5வரை இருக்கும்;இவை மஞ்சள் நிறத்தையும், நுனிப்பாகம் பச்சை நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். மகரந்தம் நான்கு உருளைகளைப் போன்றிருக்கும். பெண் பூக்களின் மஞ்சரித்தண்டு ஆண் பூக்களினுடையதைவிடத் தடித்திருக்கும். பெண் ஸ்பைக்பழுப்பு நிறமானது;10முதல்25 செ.மீ.நீளத்தையும்,0.8முதல்2.5 செ.மீ. அகலத்தையும் பெற்றிருக்கும். பெண் பூக்கள் மலட்டுச் சூலகத்துடன் (pistillode) கலந்திருக்கும். சூற்பைக்கு நீண்ட இழைபோன்ற காம்பு உண்டு; சூலகத்தண்டு (style) ஈட்டி வடிவானது (lanceolate). பூவிதழ்வட்டம் (perianth) நுண்ணிய இழை போன்ற (capillary) கேசங்களினாலானது. கனி மிகச் சிறியது; வெடிக்காதது; கனி உறை சவ்வு போன்றது (membranous). விதை நீள் சதுரமானது; முளைசூழசதை (endosperm) உண்டு.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. நார்த் திசுக்கள் நிறைந்த இலைகளும், தண்டுகளும், கூரை வேய்வதற்கும் (thatching), தடுப்புகள் (screens) செய்வதற்கும்,





ஆனைப்புல்

1. முழுச்செடிகள் 2. பெண் மஞ்சரியின் பகுதி 3. ஆண் மஞ்சரியின் பகுதி 4. ஆண் பூ 5. மகரந்தத் பை 6. பிளவுற்ற கேசங்கள் 7. பெண் பூவின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 8. பூவிதழ் வட்டக் கேசங்கள் 9. சூலகத் தண்டு 10. சூல் 11. பூவடிச்சிதல்.

கூடை முடைவதற்கும், பாய், கயிறு ஆகியவை நெய்வதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உலர்த்தப்பட்ட தண்டின் பகுதிகள் கருப்பு மை (indian ink) கொண்டு எழுதுவதற்கு எழுதுகோலாகப் பயன்படுகின்றன. செடியின் கூழ் (pulp) ரேயான் (rayon) செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றது. பொதுவாக இதிலிருந்து எடுக்கப்படும் நார் மட்டரகமான துணிகள் நெய்வதற்கும், வலைகள் பின்னுவதற்கும், விரிப்புகள் தயார் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இளந்தண்டுகள் உண்ணப்படுகின்றன. இவை ஆஸ்பராகஸ் (*asparagus*) என்பதன் சுவையைப் பெற்றிருக்கும் இச்செடி ஆனைக்குத் தீவனமாகக் கொடுக்கப்படுவதினால் ஆனைப்புல் என்று கூறப்படுகின்றது. இதன் மகரந்தமும், மாவுச்சத்து நிறைந்துள்ள மட்டநிலத் தண்டும் உண்ணப்படுகின்றன. மட்டநிலத்தண்டிற்குச் சிறுநீர்ப் பெருக்கும் (diuretic) தன்மை உண்டு இரத்தபேதி (dysentery), மேகவெட்டை (gonorrhoea), அம்மைநோய் (measles) ஆகியவற்றிற்கு இதன் மட்டநிலத்தண்டு பயன்படுகின்றது. மஞ்சரியின் மென்மையான, கம்பளி போன்ற கேசங்கள் சில வேளைகளில் பஞ்சுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

எ. கோ.

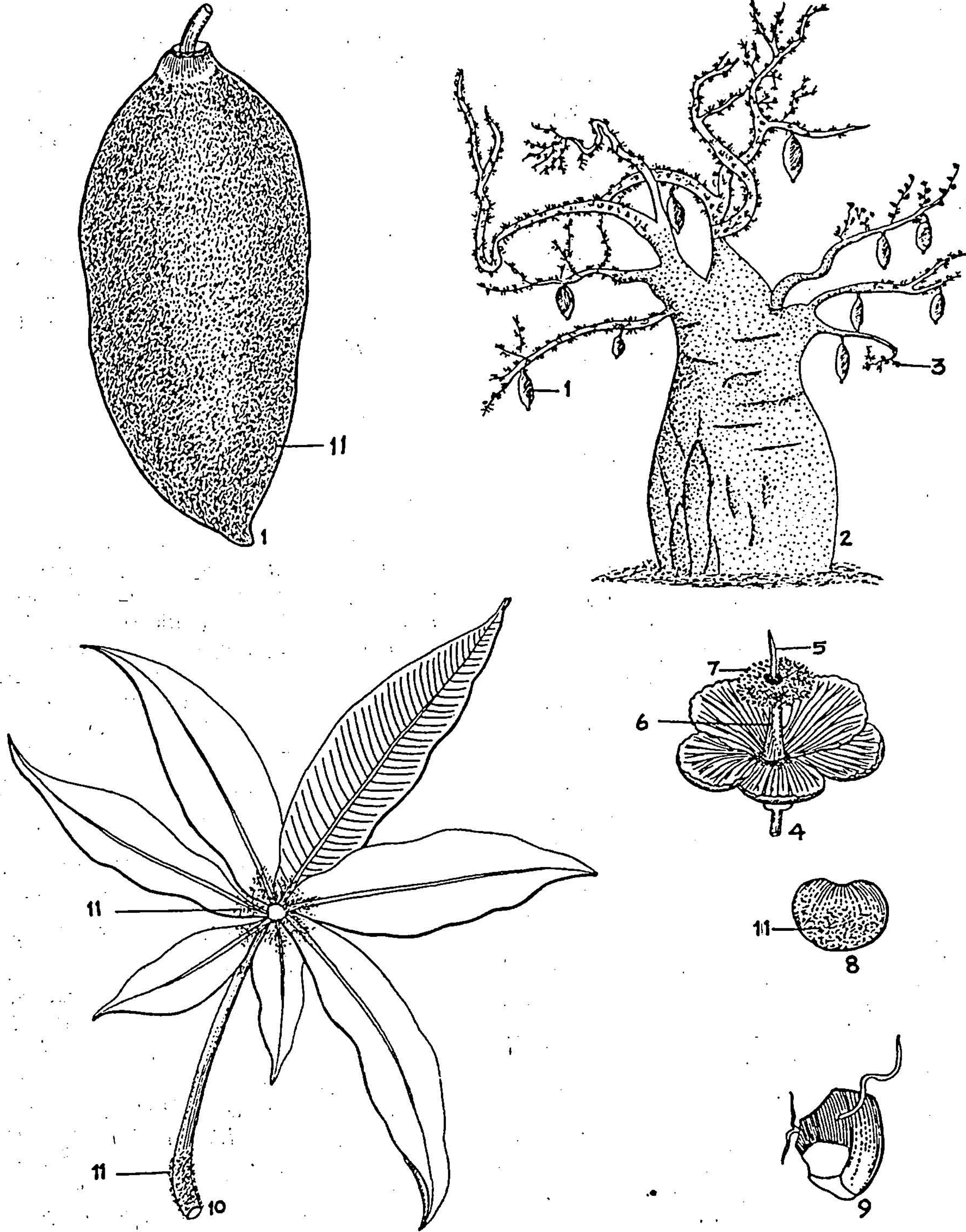
நூலோதி

1. Hooker, J. D., Hook. F. Fl. Br. Ind., 1983.
2. The Wealth of India, CSIR. Publication, New Delhi, 1984.

ஆனைப்புலி

ஆனைப்புலியின் தாயகம் வெப்பமண்டல ஆப்பிரிக்கா (tropical africa) என்று கூறப்படுகின்றது. இருப்பினும் இந்தியாவின் பல பகுதிகளில் இது வளர்க்கப்படுகின்றது. நீண்ட வாழ்வுக் காலத்தையுடைய மரங்கள் சிலவற்றில் இதுவும் ஒன்றாகும். இது இருவித்திலைப்பிரிவினுள்ள (dicotyledoneae) அல்லி இணையா (polypetalous) பாம்பக்கேசி (bombacaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இதற்கு ஆங்கிலத்தில் பாவோபாப் (the baobob) என்றும், குரங்கின் ரொட்டி மரம் (monkey bread tree) என்றும் பெயர். ஆடன்ஸோனியா டிஜித்தாதா (*adanssonia digitata* linn.) என்ற பெயர் இதற்குத் தாவரவியலில் வழங்கப்படுகின்றது. மிகவும் விரிவடைந்து பருத்த மிருவான அடிமரப்பகுதியும், திடீரென்று குறுகிய மேற்பகுதியும் அதிலுள்ள கிளைகளும் பார்ப்பதற்கு வியப்பையும், சிலருக்குப் பேய் போன்ற தோற்றத்தையும் அளிக்கும் ஒரு பெருமரமாக இது காணப்படுகின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது இலையுதிர் (deciduous) மரமாகும். கிளைகள் பல எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரவி நாய்க்குடை (mushroom) போன்ற தலைப் பகுதியை உடையது. இலைகள் விரல்களைப் போன்று (digitate)விரிந்துள்ள கூட்டிலைகளாகும். தளிர்களின் கீழ்ப்புறம் கேசங்களைப் பெற்றிருக்கும்; முதிர்ந்த



ஆனைப்புலி

1. கனி (இரு அளவுகளில் காண்க) 2. முழு மரத்தின்தோற்றம் 3. இலை 4. பூ 5. சூலகத் தண்டு 6. ஒற்றைக் கற்றை மகரந்தக் குழாய் 7. மகரந்தப்பை 8. விதை தக்கை போன்ற உறை நீக்கப்பட்டது 9. தக்கை போன்ற உறையினால் மூடப் பட்ட விதை 10. இலை 11. கேசங்கள்.

இலைகள் கேசங்களற்றிருக்கும். சிற்றிலைகள் நீள் சதுரமானவை; 5-முதல் 7 செ.மீ. நீளமுடைய வை; விளிம்பு சமமாகவோ, நெளிவுடனோ (sinuous) இருக்கும்; நுனி நீள்கூர்மையாக(acuminate)இருக்கும். பூக்கள் இலைக்கோணங்களில் தனித்திருக்கும். இரு மடங்கு இலைகளின் நீளத்தைப் பெற்றுத் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். பூவடிச்சிதல்கள் (bracteoles) உண்டு. புறப்புள்ளி இதழ்வட்டம் (epicalyx) கிடையாது. இதழ்வட்டம் (calyx) ஐந்து பிளவுகளைக் கொண்ட கோப்பை வடிவானது. ஒவ்வொரு பிளவும் நீள்சதுரமானது; ஒண்பட்டுப் (velvet) போன்ற உட்புறத்தைப் பெற்று மழுங்க லான (obtuse) நுனியுடனிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் ஏறக்குறைய வட்ட வடிவானவை; புல்லி வட்டத்தைவிட 2முதல்3மடங்கு நீளமானவை; வெண் மையானவை; பின்புறம் மடிந்தும், மகரந்தத்தாள்க ளின் அடிப்பகுதியுடன் இணைந்தும் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 12.5 முதல் 15.0 செ.மீ. அகலம் உடை யவை. மகரந்தத்தாள்கள் எண்ணற்றவை; இழைகள் (filaments) எல்லாம் ஒன்றாகக் கீழ்ப்பகுதியில் இணைந்து குழல் போன்றிருக்கும்; குழலின் நுனி பிரிந்து எண்ணற்ற இழைகளாகக் காணப்படும். மகரந்தப்பை சிறுநீரக வடிவம் (reniform) கொண் டது. ஓர் அறைச்(monothecous) சூற்பை 5 முதல் 10 அறைகளைக் கொண்டது. சூலகத்தண்டு (style) வெளிப்புறம் நீண்டிருக்கும்; சூல்கள் ஒவ்வோர் அறை யிலும் எண்ணற்றவை, அச்சொட்டுச்சூலமைவுமுறை (axile placentation) கொண்டவை. கனி மரக்கட்டை போன்று கடினமானது; நீள் உருளையானது. வெடிக்காதது, பழுப்புநிறக் கேசங்களை அடர்த்தி யாகப் பெற்றிருக்கும்: இது 22.5 முதல் 30செ.மீ. நீளத் தையும், ஏறக்குறைய 10 செ. மீ. அகலத்தையும் பெற்றிருக்கும். இதன் உள்ளே சோறு போன்ற திசு நிரம்பியிருக்கும். விதைகள் எண்ணற்றவை; சிறு நீரக வடிவானவை; விதையுறை (testa) தடிப்புற்றி ருக்கும். கரு வளைந்திருக்கும். வித்திலைகள் சுருண் டிருக்கும்.

இதன் கட்டை மஞ்சள் நிறமானது; மென்மை யானது; இலேசானது. மேற்பட்டை பழுப்பாக வும் கடினமாகவும், உட்பட்டை சாம்பல் நிறத்துட னும் நார் நிறைந்துமிருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இது சாலை ஓரங்களி லும், தோட்டங்களிலும் வளர்க்கப்படுகின்றது. பழுப்பு நிறக் காகிதமும், வலுவான உறைக் காகி தங்களும் (wrappers) செய்வதற்கான கூழ் இதி லிருந்தே கிடைக்கின்றது. உட்பட்டையிலிருந்து ஆப் பிரிக்கர்கள் கயிறு திரிக்கின்றார்கள். விதைகளி லிருந்து ஒருவகைக் கொழுப்பு எண்ணெய் கிடைக் கின்றது. கொதிக்க வைதது மென்மையாக்கப்பட்ட விதைகள் மாட்டுத்தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன. வித்திலைகள் உண்ணப்படுகின்றன. விதைகள் எரு வாகவும் பயன்படுகின்றன. அதிக அளவில் ஏற் படும் வியர்வையைக் குறைப்பதற்கும், காய்ச்சல் வாராமல் தடுப்பதற்கும் இதன் இலைகள் பயன்படு கின்றன. காய்ச்சல், இரத்தபேதி (dysentery) ஆகிய வற்றிற்கு மருந்தாக (கனியிலிருக்கும் சோற்றுத் திசு) ஆப்பிரிக்கர்களால் கொடுக்கப்படுகின்றது. மேலும் பானங்கள் தயாரிப்பதற்கும் இதன் சோறு போன்ற திசு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

எ. கோ.

நூலோதி

2. Hill, A. F., Economic Botany. Tata McGraw-Hill Book Co., New Delhi, 1952.
3. Masters, T. M., Book F. Fl. Br. Ind. Vol. I, 1874.
4. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi 1984.

ஆஸ்க்கெல்மின்தஸ்

இந்தத் தொகுதியினைச் சேர்ந்த உயிரிகளின் உடல் புழுப்போன்றது; இருசமச்சீரமைப்பு (bilateral symmetry) உடையது; கண்டங்களாகப் பிரிக்கப் படாதது; கியூட்டிகிள் (cuticle) என்னும் புற உறை யால் மூடப்பட்டுள்ளது. உடற்சுவருக்கும் உணவுக் குழாய்க்கும் இடையே காணப்படும் உட்குழி ஒரு போலி உடற்குழி (pseudo coel). கருவளர்ச்சியின் போது பிளவிப்பெருகல் நிலையில் (cleavage) உண் டான கருக்கோளக் குழியே (blastocoel) முதிருயிரி நிலையில் உடற்குழியாக மாறுகிறது. இவற்றின் உணவுப்பாதை நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. விலங்கியல் படிமலர்ச்சியில் வாய், மலப்புழை ஆகிய இரண்டு அமைப்புகளும் பெற்றுள்ள நிலையின் தொடக்க நிலையை இவற்றில் காண்கிறோம். உண வுப் பாதையில் தொண்டைப் பகுதி நன்கு வளர்ச்சி யடைந்துள்ளது; குடற்சுவரில் தசைநார்களில்லை; குடற்சுவர் ஓரடுக்குப் படைத்திசுவால் (epithelium) ஆனது. வாய், உடலின் முன் முனையிலும், மலப் புழை பின்பகுதி அல்லது பின் முனையிலும் உள்ளன.

இத்தொகுதியைச் சேர்ந்த உயிரிகளின் கரு வளர்ச்சி நிர்ணயிக்கப்பட்ட திருகுசுருள் பிளவிப் பெருகும் (determinate spiral cleavage) முறையில் நடைபெறுகிறது. முட்டை பொரிந்து வெளிவந்த பின்னர் அல்லது இளம் உயிரிகள் பிறந்த பின்னர் இளரிகளின் உடலிலுள்ள செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாவதில்லை, அதாவது புதிய செல்கள் உண்டா வதில்லை.

வகைப்பாடு. ஆஸ்க்கெல்மின்தஸ் தொகுதி (phylum aschelminthes) ஆறு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட் டுள்ளது.

வகுப்பு 1. உருளைப்புழு வகுப்பு (Nematoda) – 10,000 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

வகுப்பு 2. ரோட்டிஃபெரா (Rotifera) – 1500 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

வகுப்பு 3. கேஸ்ட்ரோடிரைக்கா (Gastrotricha – 140 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

வகுப்பு 4. கைனோரிங்கா (Kinorhyncha) –100 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

வகுப்பு 5. பிரையாப்புலிடா (Priapulida) – 3 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

வகுப்பு 6. நெமாட்டோமார்ஃபா (Nematomorpha) – 250 சிறப்பினங்கள் உள்ளன.

இவ்வகுப்புகளுள் உருளைப்புழுக்கள் அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை; அவை பெரும் எண்ணிக்கையில் இருப்பது மட்டுமல்லாமல் மனிதனையும், மனிதன் பயிரிடும் பயிர்களையும் தாக்கிச் சேதம் விளைக்கின்றன. இவை காணப்படாத வாழிடங்களே இல்லை. மக்களின் பொருளாதாரமும், நல்வாழ்வும் இவற்றால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

கௌ.ஜெ

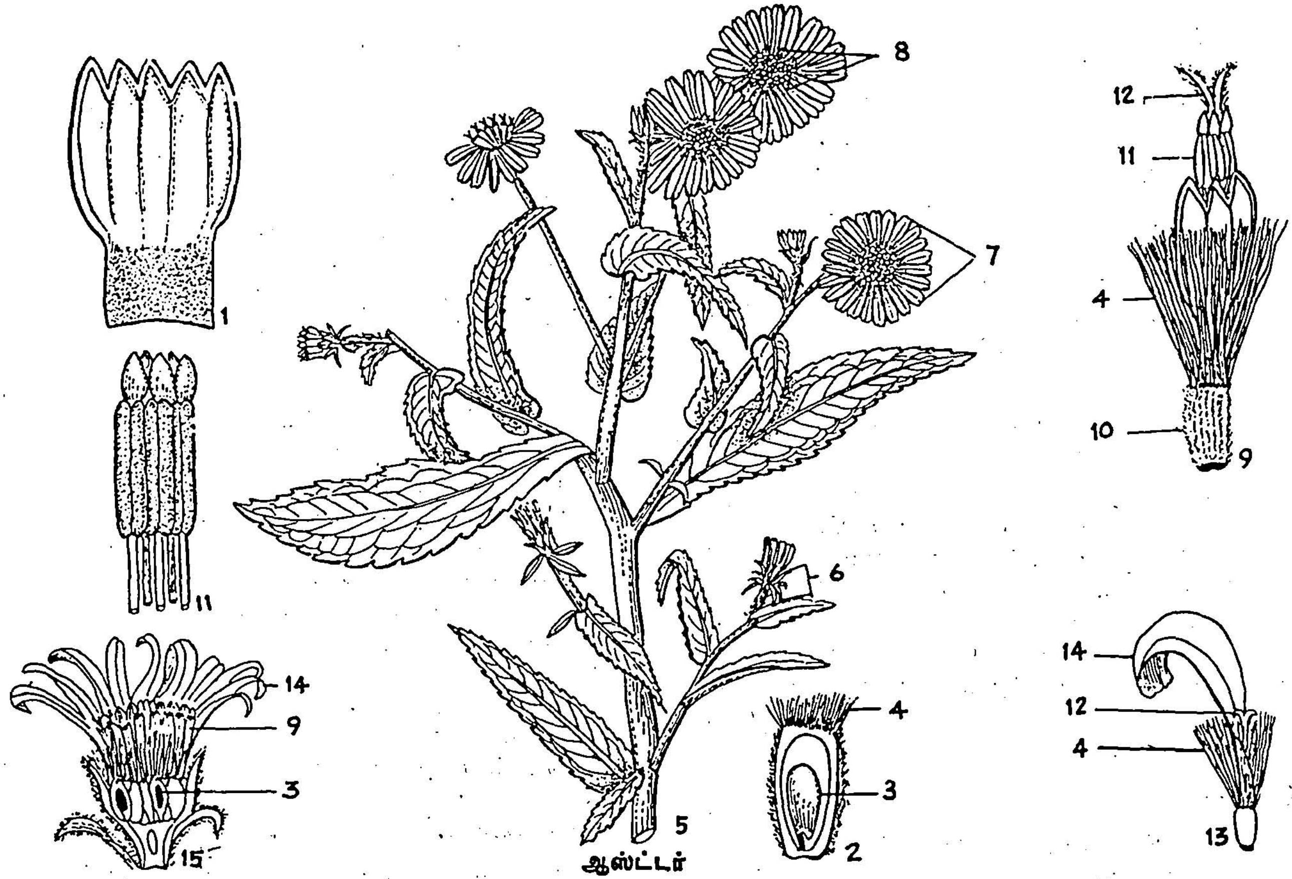
ஆஸ்ட்டர்

இது அல்லி இணைந்த (gamopetalous) இருவிதையிலைக் குடும்பமாகிய அஸ்ட்டிரேசியைச் (Asteraceae = compositae) சேர்ந்தது. ஆஸ்ட்டர் (*aster* Linn.) என்ற பேரினத்தில் ஏறத்தாழ 500 சிற்றினங்கள் உள்ளன. இந்தியாவிலுள்ள 14 சிற்றினங்கள் பெரும்பாலும் இமயமலைப் பகுதிகளில் 6000 மீ. வரை இயற்கையாகவே வளர்கின்றன. இதில் பல கலப்பினத் தோட்ட வகைகளும் உண்டு. எனவே சிற்றினங்களை வரையறுப்பது எளிதன்று. இதன் பெரும்பாலான சிற்றினங்கள் வட அமெரிக்காவில் அதிக அளவில் உள்ளன. கிறிஸ்துமஸ் டெய்ஸி (christmas daisy) அல்லது மைக்கேல்மஸ் டெய்ஸி (michaelmas daisy) என்பது தோட்டங்களில் வரப்புச் (hedge) செடியாக வளர்க்கப்படுகின்றது.

சிறப்புப்பண்புகள். இலை குத்துச் செடிகள் அல்லது புதர்ச்செடிகளாகும். இவற்றின் தண்டு கேசங்களைப் பெற்றுச் சொரசொரப்பாகவும் கேசங்கள் இல்லாமலும் இருக்கக்கூடும். இலைகள் மாற்றடுக்கு அமைவு (alternate phyllotaxy) கொண்டவை; சில சிற்றினங்களில் நிலத்திற்கு அருகிலுள்ள இலைகள் மேற்பகுதிகளில் உள்ளவறைவிடப் பெரியவையாகவும், கொத்தாகவும் அமைந்திருக்கக்கூடும். பூக்கள் தலை மஞ்சரியாக (capitulum) அமைந்திருக்கும். மஞ்சரி தனித்தும் அல்லது பல மஞ்சரிகள் ஒன்று சேர்ந்து கூட்டாகவும் இலைக்கோணத்தில் இருக்கும். பூத்தளத்தின் கீழ்ப் பகுதியில் சிதல்கள் (bracts) சில அல்லது பல வட்டங்களில் அமைந்திருக்கும். பூக்கள் சிறியவை. இவை வட்டத்தட்டுச் சிறு பூக்கள் (disc florets) எனவும், கதிர்ச்சிறு பூக்கள் (ray florets) எனவும் இருவகைப்படும். இவற்றில் வட்டத்தட்டுச் சிறு பூக்கள் இருபாலானவை; கதிர்ச்சிறு பூக்கள் ஒருபாலானவை. பூக்களில் புல்லி வட்டம் துயச்சிறை (pappus) என்னும் கேசங்களாக உருமாற்றம் அடைந்துள்ளது. வட்டத்தட்டுச் சிறுபூக்களின் அல்லி இதழ்கள் நுனியில் 5 பிளவுகளைக் கொண்டவை. மகரந்தத்தாள்கள் 5, அல்லி ஒட்டியவை; மகரந்தப் பைகள் பக்கவாட்டில் ஒன்றுடனொன்று இணைந்து (syngenesious) குழல்போல் அமைந்திருக்கும். சூற்பை இரு சூலக இலைகளாலான கீழ்மட்டக்(inferior) கூட்டுச் சூற்பையாக இருப்பினும் ஒரே அறை கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு சூல் அடித்தள அமைவுடன் (basal placentation) காணப்படும். சூலகத்தண்டு மகரந்தப்பை குழல்னூடே வெளிப்பட்டு நுனியில் இரண்டாகக் கிளைத்திருக்கும். கனி உலர்வெடியாக் கனி எனும் சிப்சிலா (cypsela) வகையைச் சேர்ந்தது. கதிர்ச்சிறு பூக்கள் நீலம்அல்லது நீலம் கலந்த சிவப்பு நிறத்துடன் விளிம்பில் அமைந்திருக்கும். இவை ஒன்று அல்லது இரண்டு வரிசைகளில் அமைந்திருக்கும். இதன் அல்லி வட்டக் குழல் நீண்டு சிறிய பட்டை போன்ற மடலுடன் ஒருபக்கமாக வெளி நோக்கிக் காணப்படும். இதன் நுனியில் 5 சிறு பிளவுகளுண்டு.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் சிற்றினங்கள் அழகுக்காகத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படும். எல்லாக் கதிர்ச்சிறு பூக்களின் அல்லி இதழ்களும் பூத்தளத்திலிருந்து வெளிநோக்கி ஒரே சீராக நீண்டிருப்பதால் மஞ்சரி ஒரு நட்சத்திரம் போல் காணப்படும். ஆஸ்ட்டர் என்ற பேரினப் பெயருக்கு நட்சத்திரம் என்று பொருள். அல்லி இதழ்கள் சிற்றினத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் கருஞ்சிவப்பு, ஊதா, நீலம், கருநீலம் முதலிய பல வண்ணங்களைக் கொண்டிருக்கும். விதைகள் என்று கூறப்படுகின்ற கனிகளை முளைக்கவைத்துப் பயிராக்குகின்றனர். மஞ்சரிகள் குளிர் காலத்தில் அதாவது டிசம்பர்-பிப்ரவரி மாதங்களில் தோன்றும். ஆஸ்ட்டர் அமெல்லஸ் (*aster amellus*) அ. ஆக்ரிஸ் (*A. acris*) அ. டாட்டாரிக்கஸ் (*A. tataricus*) அ. நோவே—ஆங்லியே (*A. novae-angliae*) அ. ரொட்டுண்டிஃபோலியஸ் (*A. rotundifolius*) ஆகியவை அழகுச் சிற்றினங்களாகும். காஷ்மீரைச் சேர்ந்த அ. ஃபால்கனீரி (*A. falconeri*) எனும் தோட்ட வகை, நீல நிறமான பெரிய மஞ்சரிக் கொத்துக்களைக் கொண்டிருக்கும் அ. டிரைநெர்வியஸ் (*A. trinervius*) என்பதில் வேர்களைச் சீனர்கள், இருமல், சுவாசக்குழாய் சம்பந்தப்பட்ட நோய்கள், மலேரியா, இரத்தப் போக்கு (haemorrihage) ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

சு. சுந்தரம்



1. வட்டத் தட்டுச் சிறு பூவின் அல்லி வட்டத்தின் விரிப்புத் தோற்றம் 2. சூற்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 3. சூல் 4. பாப்பஸ் கேசங்கள் 5. மிலார் 6. மஞ்சரிச்சிதல் வட்டம் 7. கதிர்ச்சிறு பூக்கள் 8. வட்டத் தட்டுச்சிறு பூக்கள் 9. வட்டத் தட்டுச் சிறுபூவின் முழுத் தோற்றம் 10. சூற்பை 11. ஸின்ஜெனிஷியஸ் (Syngenesious) மகரந்தப்பைகள் (இரு அளவுகளில் காண்க) 12. சூலகமுடி 13. கதிர்ச்சிறு பூவின் முழுத்தோற்றம் 14. கதிர்ச்சிறு பூவின் அல்லி வட்டம் 15. தலை மஞ்சரியின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்.

நூலோதி

1. Bailey, L.H., The standard Cyclopedia of horticulture, Vol. I, New York, 1947.
2. Hooker, J.D., Hook. F Fl. Br. Ind., London 1884.
3. The Wealth of India, CSIR Publication New Delhi, 1984.

ஆஸ்ட்டன், பிரான்சிஸ் வில்லியம்



பிரான்சிஸ் வில்லியம் ஆஸ்ட்டன்

கி.பி. 1877ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்திலுள்ள பெர்மிங்ஹாமில் (Birmingham) பிறந்த ஆஸ்டன் (Aston, Francis William) 1922ஆம் ஆண்டில் வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றார். பொருள்களில் இருக்கும் அணுக்களின் எடையை அவற்றின் நிறைகளுக்கேற்ப வரிசைப்படுத்திக் கணக்கிடஉதவும் நிறைநிரல் வரைவி (mass spectrograph) கண்டுபிடித்ததற்காகவும், நிறைய ஓரிடத்தனிமங்களைக் (isotopes) கண்டுபிடித்ததற்காகவும் அப் பரிசை அவர் பெற்றார். இந்த நிறை நிரல் வரைவி வேதியியலில் மட்டு

மன்றி அணுக்கரு இயற்பியல் (nuclear physics), உயிரியல் (biology), நிலஇயல் (geology) ஆகிய துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. 1895-96ஆம் ஆண்டு களில் X-கதிர்களும் கதிரியக்கமும் (radioactivity) கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் விளைவாக, கி.பி. 1903 ஆம் ஆண்டில் வளிமம் அடைக்கப்பட்ட குழாய்களில் மின்னோட்டதைச் செலுத்தி X-கதிர்கள் உருவாதலை ஆஸ்ட்டன் ஆராய்ந்தார்.

பின்னர், 1910ஆம் ஆண்டில் அவர், கேம் பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் (Cambridge University) பணியாற்றிய புகழ்பெற்ற இயற்பியல் வல்லுநர், சர் ஜோசப் ஜான் தாம்சன் (Sir Joseph John Thomson) என்பாரின் உதவியாளராகச் சேர்ந்தார். அப்போது தாம்சன் வளிமங்களிலிருந்து வெளிப்படும் நேர்மின் கதிர்களைப் (positive rays) பற்றி ஆராய்ந்து கொண் டிருந்தார். இக் காலக்கட்டத்தில்தான் தாம்சன், நியான் வளிம ஆய்வின் போது நிலைத்த தனிமங் களிலிருக்கும் ஓரிடத்தனிமங்களைப் பற்றிக் கண்டு பிடித்தார். முதலாம் உலகப்போருக்குப் பின், ஆஸ்ட்டன் தாம்சன் கண்டுபிடிப்பைச் சரிபார்க்க எண்ணி முனைந்த போது புது வகையான நேர்மின் கதிர்க்கருவியைக் கண்டுபிடித்து அதற்கு பொருண்மை நிரல் வரைவி என்று பெயரிட்டார். இக்கருவியைக் கொண்டு ஆய்கையில் நியான் மட்டுமல்லாது மற்ற பல தனிமங்களும் ஓரிடத்தனிமங்களைக் கொண்டிருப் பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆஸ்ட்டன் 287 இயற்கை ஓரிடத் தனிமங்களில் 212ஐக் கண்டுபிடித்து விளக்கி னார். ஓரிடத்தனிமங்களின் நிறையிலிருந்து தனிமங் களின் அணு எடைகளைக் கணக்கிட்டு முழு எண் விதியை (whole number rule) ஆஸ்ட்டன் வகுத்தார். அவ்விதியின்படி, ஆக்சிஜனின் அணு எடையைத் துல்லியமாக 16 என்று கொண்டால் மற்ற எல்லா ஓரிடத்தனிமங்களும் பெரும்பாலும் முழு எண்களைக் கொண்ட அணு எடைகளைக் கொண்டிருக்கும். இந்த அணு எடைகள் அணுக்கருக் கொள்கையில் (nuclear theory) மிக முக்கியமானவையாகும். 1921ஆம் ஆண்டில் ராயல் கழகத்தின் (Royal society) உறுப்பினராகவும், பின்னர் மாஸ்கோவில் இருக்கும் அறிவியல் கழகத்தின்(Academy of Sciences) தகைமை உறுப்பினராகவும் அவர் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்.

த.தெ.

ஆஸ்ட்டின் ஃபிளிண்ட் முணுமுணுப்பு

இதயத்தின் இடக் கீழறையிலிருந்து (left ventricle) பெருந்தமனி வழியாக உடலுக்கு இரத்தம் பாய் கிறது. பெருந்தமனித்தொடக்கத்தில் அரைவட்ட ஒரு வழிக் கதவிதழ்கள் உள்ளன (semi lunar valves). அவை, தமனியில் பாய்ந்த இரத்தம் இதய அறையில் ஒழுகாமல் தடுக்கின்றன. நோயின் காரணமாக அவ் விதழ்கள் பாழ்பட்டால் அவை திறனிழந்து விடும்.

தீவிரமாகத் திறனிழந்த நிலையில் இதய உச்ச நிலையில் (apex) இதயத்தொலிக்கும் சிற்றொலிக்கும் நடுவில் (mid diastolic) முணுமுணுப்புக் கேட்கும். இதற்கு ஆஸ்ட்டின் ஃபிளிண்ட் முணுமுணுப்பு (austin flint murmur) என்று பெயர். பின்வரும் சிற்றொலி நல்ல ஓசையுடையதாக இருக்கும். இந் நோயாளிகளில் மைட்ரல் ஈரிதழ்க் கதவு நல்ல நிலை யிலேயே உள்ளது. ஆகையால் இந்த முணுமுணுப்புக் கேட்கும் நோயாளிகளிடம் மைட்ரல் ஈரிதழ் இறுக்க நோய் இல்லையென்று உறுதி செய்து கொள்ள வேண்டும்.

அதற்கு அதிஒலிவேக அலை எதிரொலி இதய ஆய்வு என்பது (echo cardiography) ஐயமில்லாமல் கண்டுபிடிக்கும் வழியாகும்.

ஆஸ்ட்டின், ஹெர்பெர்ட்டு ஆஸ்ட்டின்

ஆஸ்ட்டின் தானியங்கிக் குழுமத்தை நிறுவி அதன் முதல் தலைவராக (chairman) இருந்து அதை நடத்தி யவர். இங்கிலாந்து நாட்டில் உள்ள பர்மிங்காம் ஷயரில் உள்ள லிட்டில் மிசென்டன் நகரில் 1866ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்கள் 2 ஆம் நாளன்று பிறந் தார். பிராம்ஃச்குரேனே அருகமைந்த ஓர்செஸ்ட் டெர்ஷயரில் (worcetershire) 1941ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 23 ஆம் நாளன்று இறந்தார். இவரது ஆஸ்ட் டின்7 ஊர்தி ஐரோப்பாவிலும் பிரிட்டன் நாட்டி லும் வடிவமைக்கப்பட்ட சிற்றுந்துகளில் மிகவும் பெயர் பெற்றதாகும். 1883 முதல் 1890 வரை ஆஸ்தி ரேலியாவில் பொறியாளராகவும் பொறியியல் மேலாளராகவும் பணி புரிந்த இவர், இங்கிலாந்தி லிருந்து ஒல்செலி (wolseley) வெள்ளாட்டு மயிர்த் துணிப்புக் குழுமத்தின் (sheep shearing company) மேலாளராகவும் இயக்குநராகவும் உயர்வடைந்தார். 1895இல் முச்சக்கரமுள்ள முதல் ஒல்செலி சிற்றுந்தை (car) வடிவமைத்தார். 1900 இல் இதன் நாற்சக்கர வடிவமைப்பை உருவாக்கினார். 1906இல் பர்மிங் காம் நகரின் லாங்பிரிட்ஜ்ஸ் வர்க்ஸ் குழுமத்தில் தமது சிற்றுந்துகளை உற்பத்தி செய்யலானார். 1917 இல் நைட் (knight) பட்டமும் 1936ல் பாரன் (baron) பட்டமும் பெற்றார். 1919 முதல் 1924 வரை பொதுமக்கள் மன்றத்தில் (House of commons) கன்சர்வேடிவ் கட்சி உறுப்பினராக இருந்தார்.

உலோ.செ.

ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ்

ஹோமினிடே (hominidae) குடும்பத்தின் ஓர் அற் றுப்போன பேரினம் ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் (australo-pithecus) என்பது. தென் ஆப்பிரிக்காவில் வட



அ. ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் ஆப்பிரிக்கானஸ் ஆ. ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் ரோபஸ்டஸ்

முனைப் பகுதியிலுள்ள டாங்கு (Taung) என்னுமிடத்தில் கிடைத்த குழந்தையொன்றின் மண்டையோட்டிலிருந்து 1924 இல் உருவாக்கப்பட்ட மீளாக்கத்திலிருந்து இப்பேரினம் முதன்முதலில் விளக்கப்பட்டது. இதை ஆர். ஏ. டார்ட்டு (R. A. Dart) என்பார் மனித வகையினதாக இனங்கண்டறிந்து **ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் ஆப்பிரிக்கானஸ் (*australopithecus africanus*)** எனப் பெயரிட்டார். பின்னர் தென் ஆப்பிரிக்காவில் இதை யொத்த புதைபடிவங்களும் இதைவிடப் பெரிய, முழுமையான படிவங்கள் பலவும் கிடைக்கலாயின. இவற்றை **ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் ரோபஸ்ட்டஸ் (*australopithecus robustus*)** என வழங்கினர்.

ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் பேரின ஹோமினிடுகள் மிகச்சிறிய உடலும், நிலையாக நிற்பதற்கேற்ற கீழ்க் கால் தகவமைப்பும் இருகால் நடைப்பழக்கமும் (bipedal gait) கொண்டவை. மனிதக்குரங்குகளுடன் ஒப்பிடும்போது மிகப் பெரிய மூளையும், அகன்ற முக எலும்புகளும், மனிதக் குரங்குகளில் காணப்படாத சிறிய முன்பற்களும் (வெட்டுப் பற்களும், கோரைப் பற்களும்) பெரிய அல்லது மிகப்பெரிய கடைவாய்ப் பற்களும் அமையப் பெற்றவை. இவற்றின் நேராக நிற்கும் ஆற்றல், நடத்தல் தகவமைப்புகள், தெளிவான முன்பல்லமைப்பு ஆகியவை ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் போங்கிடே (pongidae) என்னும் மனிதக்குரங்குக் குடும்பத்தைக் காட்டிலும் ஹோமினிடே (hominidae) என்னும் மனிதக் குடும்பத்துடன் நெருங்கிய இன உறவு கொண்டுள்ளதைக் காட்டுகிறது. என்றாலும் ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் பேரினத்திற்கும் ஹோமோ (homo) பேரினத்திற்குமுள்ள இனத் தொடர்பு இன்றளவும் விவாதத்துக்குரியதாகவே உள்ளது.

கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் இருந்த பிளியோசின் (pliocene), பிளிஸ்ட்டோசின் (pleistocene) கால நில இயல் புதைபடிவ அடுக்குகளில் புதிய கள ஆய்வுகள் செய்து கதிரியக்க அளவுகள் மூலம் 6×10^6 ஆண்டுகளிலிருந்து 2×10^6 ஆண்டுகள் முன்புவரை நிலவிய ஹோமினிடே குடும்பப் படிவமும், அதன் உட்பிரிவான ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் என்ற பேரினமும் முதன் முதலாகக் கண்டறியப்பட்டன. இந்தக் கண்டுபிடிப்புகளிலிருந்து ஹோமினிடே குடும்பத்தின் இயல்பும் பன்முகத் தன்மையும் (nature and diversity) பற்றிய பல தகவல்கள் தெரியவந்தன. அவற்றின் அடிப்படையில் இக்குடும்பம் தோன்றிய இடம், காலம் பற்றிய பல ஐயங்கள் எழுந்தன.

எத்தியோப்பியாவிலுள்ள மத்திய அஃபார் பள்ளத் தாக்கிலும் (central afar depression) கென்யாவிலும், எத்தியோப்பியாவிலுமுள்ள ருடால்ஃப் படுகையிலும் (rudolf basin) கென்யாவிலுள்ள பாரிங்கோ பகுதியிலும் (baringo area) டான்சானியாவிலுள்ள (tanzania) கிழக்குச் செரிங்கட்டிச் (serengeti) சம வெளியிலும் கிடைத்த நிலஇயல் படிவங்களிலிருந்து

இவை பற்றிய செய்திகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இப்பகுதிகள் ஆப்பிரிக்காவின் கிழக்கு மலைத் தொடர்ச்சியுடன் தொடர்புடையன. இந்த எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஆங்காங்கு வாழ்ந்த பல தலைமுறை முதுகெலும்பி விலங்குத் தொகுதிகள் கிடைத்தன. புதைபடிவங்களுள்ள அடுக்குப்பாறைகளின் சரியான காலங்கள் அப்பாறைகளுடன் தொடர்புடைய எரிமலைப் பாறைகள், சாம்பல்களின் பொட்டாசியம் ஆர்கான் (K-Ar) அளவுகளைக் கொண்டு தீர்மானிக் கப்பட்டன. மேலும் இந்தப் பாறைகள் மற்றும் படிவுகளின் தொல்காந்த வரலாறு ஆராயப்பட்டு அது உலக நிலக்காந்த முனைமையின் கால அளவு கோலோடு ஒப்பிடப்பட்டது.

தற்காலத்தில் நிகழ்த்திய பல கண்டுபிடிப்புகளி லிருந்து ஹோமினிடே குடும்பத்தின் ஆஸ்ட்ரலோ பித்தகஸ்பேரினத்துத் தொன்மையும் நீண்டகாலப்படி மலர்ச்சி வரலாறும் உணரப்பட்டுள்ளன. இது ஏறக் குறைய 7 முதல் 8 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிகழ்ந்த வரலாறாகும், என்றாலும் ஹோமினிடு களின் எலும்பு, உடற்கூறு (anatomy), தகவ மைப்பு ஆகியவற்றை மீளாக்கம் செய்வதற்கேற்ற விவரங்கள் போதியனவாக இல்லை. ஆனால் மூன்று அல்லது நான்கு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஆஸ்ட்ரலோபித்தக்ஸ் பேரினத்தின் மூன்று அல்லது மேற்பட்ட இனவகைகள் வாழ்ந்திருந்தன. இவற்றுள் **ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் ஆப்பிரிக்கானஸ்** இனம் மிகத் தொன்மை வாய்ந்தது. இதற்கும் இதிலிருந்து தோன்றிய இதைவிட இளைய **ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் பாய்சீஸ** (*australopithecus boisei*), மற்றும் **ஆஸ்ட்ர லோபித்தகஸ் ரோபஸ்ட்டஸ்** ஆகியவற்றிற்கிடையிலுள்ள படிமலர்ச்சி உறவுகள் இன்னும் தெளிவாகவில்லை. ஆனால் **ஆஸ்ட்ரலோபித்தகஸ் ஆப்பிரிக்கானஸ்** அல்லது இதையொத்த இனம்தான் ஹோமோ பேரினத்தின் மூதாதையாகும். ஆனால் இந்தப் பேரினம் தோன்றிய இடமும் காலமும் இன்னும் தெளிவாகவில்லை.

கௌ. ஜெ.

ஆஸ்ட்வால்ட் விளாவுதல் விதி

ஒரு மின்பகுளியை (electrolyte) நீரைப் போன்ற கரைப்பான் ஒன்றில் கரைத்தால் அது நேர்மின் அய னியாகவும் (cation) எதிர்மின் அயனியாகவும் (anion) பிரிகின்றதென்பது அர்ரேனியசின் அடிப்படைக் கொள்கையாகும் (Arrhenius theory). இம் மின்பகுதி முற்றிலும் பிரிகை அடைகின்றதா அல்லது அதன் ஒரு பகுதிதான் பிரிகை அடைகின்றதா என்பது அந் தக் கரைப்பானையும் மின்பகுளியையும் பொறுத் தது. நீரைப் போன்ற ஒரு கரைப்பானில் சில மின் பகுளிகள் கரைந்தவுடனேயே எல்லாச் செறிவு (concentration) நிலைகளிலும் முழுமையாகப் பிரி கின்றன. இம் மின்பகுளிகளுக்கு வீரியமிக்க மின் பகுளிகள் (strong electrolytes) என்று பெயர். (எ-டு) NaCl, HCl, H_2SO_4, $BaCl_2$, NaOH, KOH, KNO_3. ஆனால் CH_3COOH, H_2CO_3, $(NH_4)_4OH$ போன் றவை மிகவும் குறைந்த அளவே பிரிவுறுகின்றன.



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$



$$H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

இதேபோல் சில காரங்களும் உள்ளன.



$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

இத்தகைய மின்பகுளிகள் எல்லாம் வீரியம் குன்றிய மின்பகுளிகள் (weak electrolytes) என்று அழைக்கப் படுகின்றன. நீரும் இந்த வகையைச் சேர்ந்ததே.



$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

இம்மாதிரியான வீரியம் குன்றிய மின்பகுளிகளின் பிரிகை புரியும் தன்மையை ஆஸ்ட்வால்ட் விளாவுதல் அல்லது நீர்த்தல் விதியைக் (ostwald dilution law) கொண்டு கண்டறியலாம்.



$$H_3CCOOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

இந்தச் சமன்பாட்டிற்குப் பொருண்மைச் செயற் பாட்டு விதியைப்(law of mass action) பயன்படுத்திக், கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டு விதியை எழுதலாம்.

$$K = \frac{[CH_3COO^-]\ [H_3O^+]}{[H_3COOH]\ [H_2O]}$$

நீர் அதிகமாக இருப்பதால் அதன் செறிவு மாறாமல் இருப்பதாக எடுத்துக்கொண்டால், அந்த மாறிலியை இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-]\ [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

இந்த மாறிலியை (K_a) அந்த அமிலத்தின் பிரிகை மாறிலி (dissociation constant) என்று அழைக்கின் றோம். இதேபோல் வீரியம் குறைந்த காரங்களுக் கும் K_b என்ற பிரிகை மாறிலியை அளவிடலாம்.

ஆனால் பிரான்ஸ்டெட்-லவ்ரி கொள்கைப்படி (bronsted-lowry theory) ஓர் அமிலமும் அதனைச் சேர்ந்த துணைக்காரமும் (conjugated base) தம் வலி மையால் தலைகீழ் விகிதத் தொடர்புடையன. ஆகை யால், அசெட்டிக் அமிலம் வீரியம் குன்றிய அமில மாக இருப்பதால், அதனுடைய துணைக் காரமான அசெட்டேட்டு அயன் வீரியமிக்க காரமாகும். இந்தத் தொடர்பை ஒட்டி K_a யையும் K_b யையும் ஒருமைப் படுத்தலாம். ஆகையால் அமிலங்கள், காரங்கள் இரண்டிற்குமே அவற்றின் வலிமைகளை K_a ஒன்றின் மூலவே அதாவது அவற்றின் (pK_a) மதிப்புகளாகக் குறிப்பிடலாம்.

கரைசல்களின் உயர் செறிவுகளில் ஆஸ்வால்ட்.

நீர்த்தல் விதி பொருந்துவதில்லை. இதற்கான முக்கிய காரணம்: செறிவு கூடக்கூட மின்பகுதியிலுள்ள அயனிகளின் இடையே உள்ள ஈர்ப்பு அதிகமாகின்றது. இது காரணமாக அயனிகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து அயனியாகாத மின்பகுளியைப் போன்ற ஒரு நிலையை உண்டாக்குகின்றன. ஆகையால் பிரிகை மாறிலிக்கு எழுதக்கூடிய சமன்பாடு இந்நிலைக்குப் பொருந்தாது.

த. தெ.

ஆஸ்த்துமா

ஆஸ்த்துமா (asthma) ஒரு நோய் என்பதைவிட சுவாசப் பாதையில் ஏற்படுகின்ற ஒரு தடை என்று கூறுவது பொருத்தமாகும். சுவாசக் குழலில் தசை இறுக்கத்தால் ஏற்பட்ட தடை காரணமானால் சுவாசக் குழல் ஆஸ்த்துமா (bronchial asthma) என்றும், இதயத்தின் இடப்பாகம் தளர்ச்சியுற்று அதனால் நுரையீரலில் இரத்தமும் நீரும் கோத்து மூச்சுத் திணறினால் இதய ஆஸ்த்துமா (cardiac asthma) என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

ஆஸ்த்துமாவுக்கான காரணங்கள். சிறுசுவாசக் குழல்களில் அடைப்பு ஏற்படுவதே ஆஸ்த்துமாவுக்கு முக்கிய காரணமாகும். அடைப்பு, அக்குழல்களைச் சுற்றியுள்ள தசைகளின் இறுக்கம், குழல்களின் உள் சவ்வுகளின் வீக்கம், சளி ஆகியவற்றால் ஏற்படும். இவ்விளைவுகளுக்கு ஒவ்வாமையும் (allergy) மூல காரணமாகச் சொல்லப்படுகிறது. சுவாசக் குழலில் காற்றுப் புகும் பொழுது அந்தக் காற்றோடு புகும் தூசி, தூசிகளில் உள்ள சிறுபூச்சிகள், மகரந்தத் துகள்கள் (pollen particles), இயற்பியல், வேதியியல் உறுத்திகள் (physical and chemical irritants), சில வகை உணவு, உளக் கவலை முதலிய பலவற்றால் ஒவ்வாமை ஏற்படலாம். இவற்றால் சுவாசக் குழல் சுருங்கியோ, குறுகியோ, நீளம் குறைந்தோ செயல்படுவதோடு, குழலில், அளவுக்கு மீறிய நீர்மமும் சளியும் சுரக்கின்றன. இவை வெளியேறாமல் நுரையீரல் நுண்பைகளில் (alveoli) தேங்குகின்றன. இதன் காரணமாக, நுரையீரலின் முழு சுவாசத் திறன் பயன்படாமல் நோயாளி சுவாசத் திணறலால் துன்பம் அடைவார்.

மேலும் சுவாசக் குழலின் சுவர்களில் உள்ள சீதப்படலம் (epithelium) அதிகச் சளிச் சுரப்பால் அழிக்கப்படுகிறது. இதனால் சுவாசக் குழலின் சுவர் காலப்போக்கில் சுரக்கும் தன்மையை இழக்கின்றது. நுரையீரல் நுண்பைகளின் சுவர்களில் உள்ள நுண் இரத்தக் குழல்களில் இயோசினோஃபில் (eosinophil) அணுக்கள் அதிகரித்துச் சுவாச நுண்பைகள் சுருங்கி விரியத் தடையாக அமைகின்றன. பிடாப்ளசுகர், இன்டோமிசுதான் போன்ற சில மருந்துகளும் இந்நோய்க்குறிகள் தோன்றக் காரணமாகலாம்.

நோயின் அறிகுறிகள். இழுமூச்சு, மூச்சுத்திணறல், இருமல் அதிகச் சளி சுரத்தல், குமிழ் ஒலி கீச்சொலி, மிகை வேகமூச்சு, நலவாதை (cyanosis), சுவாசக் குழல் சுருக்கம் (bronchial spasm), பசியின்மை (anorexia), மிகை இரத்த அழுத்தம் (hyper tension). சிறுநீர் பிரியாமை (anuria), வியர்வை ஆகியவை இதன் அறிகுறிகளாகும்.

வயது வேறுபாடின்றி எல்லா வயதினரும் ஆஸ்த்துமாவினால் தாக்கப்படலாம். என்றாலும், வயது முதிர்ந்தவர்களும், ஆண்களைவிடப் பெண்களும் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றனர். தீவிர ஆஸ்த்துமா (acute asthma), நீடித்த ஆஸ்த்துமா (chronic asthma) என ஆஸ்த்துமாவை வகைப்படுத்தலாம். தீவிர ஆஸ்த்துமா ஒவ்வாமைப் பொருள் சுவாசத்தில் உள்ளே சென்ற சில மணித் துளிகளில் ஏற்படலாம். இந்நிலை தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக் கொண்டே இருந்தால், அது நீடித்த ஆஸ்த்துமாவகும். ஆஸ்த்துமா சில மணித் துளிகளில் இருந்து சில மணி நேரம் வரை நீடிக்கலாம். இந்நோய் பெரும்பாலும் இரவு நேரங்களிலும், குளிர்காலங்களிலும், குளிர் சூழல்களிலும் அதிகமாகும். நோய் கடுமையானால், இதயத்தளர்ச்சிக்கு வழிகோலும். இறுதியாக இதய வலப்பக்கத் தசையில் பலவீனமும் வீக்கமும் ஏற்பட்டு நோயாளி இறப்பதற்கும் காரணமாகலாம்.

நோய் அறிமுறை. பெருவாரியாக நோய்க்குறிகளினால் ஆஸ்த்துமாவைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இரத்தத்தில் அமிலச்சாயமேற்கும் புள்ளி அணுக்கள் (eosinophils) அதிகம் காணப்படலாம். ஒவ்வாமை தோற்றுவிக்கும் பொருளை அறியத் தோல் ஆய்வு (skin test) செய்யலாம். ஆனால் இது செயல்முறையில் அவ்வளவு பயனுள்ளதாக இருப்பதில்லை. நுரையீரல் செயல்படு ஆய்வுகளும் சுவாசக்குழல்களின் அமைப்பை உறுதிப்படுத்தும் எக்ஸ்கதிர் (x-ray) படமும், மார்பு ஒலிமானி (stethoscope) யால் சோதிப்பும் கொண்டு அறியலாம். மூச்சுத் திணறும் நேரத்தில் எக்ஸ் கதிர் படம் எடுத்தால் நுரையீரலில் அதிகக் காற்று ஊதி இருப்பது தெரிய வரும். மேலும் இதய ஆஸ்த்துமாவுக்கும் சுவாசக் குழல் ஆஸ்த்துமாவுககும் வேற்றுமை அறியவும், நுரையீரல் வெளிப்பையில் காற்று நுழைந்ததை (pneumothorax) அறியவும் எக்ஸ் கதிர் படம் மிகவும் பயன்படும்.

சிகிச்சை. நோயின் நாள்பட்ட நிலையையும், தீவிரத்தையும் பொறுத்துச் சிகிச்சை அமையும். பின் வரும் முறைகள் ஆஸ்த்துமாவிற்குப் பயனுள்ள மருத்துவமாகும்.

நோயைத்தோற்றுவிக்கும் ஒவ்வாமைப் பொருள்களைத் தவிர்க்க வேண்டும். ஆஸ்த்துமாவில் உபயோகப்படும் மருந்துகள் பொதுவாக மூன்று வகைப்

படும். அவை சுவாசக் குழல் தசை இளக்கிகள (broncho dilators); ஒவ்வாமை எதிர்ப்பிகள் (anti allergics), கார்டிகோஸ்டிராய்டு மருந்துகள் (corticosterids) என்பனவாகும்.

சுவாசக்குழல் தசை இளக்கிகள் என்பன அட்ரினலின் (adrenalin), எபிடிரின் (ephedreine), சால்புடமால் (salbutamol) அமைனோபைலின் (aminophilline)ஆகியவையாகும்.இவை மாத்திரையாகவோ, ஊசி மருந்தாகவோ உள்மூச்சுவழியாகவோ (inhalers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சோடியம் க்ரோமோக்ளைகேட்டு (sodium cromoglycate, என்னும் மருந்து மாஸ்ட் செல்கள் உடைவதையும், அதனால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் தடுக்கிறது. பிரட்னில்சோல் போன்ற கார்டிகோஸ்டிராய்டு மருந்துகளும் பயன்படுகின்றன. இம் மருந்துகளினால் நோய் கட்டுப்படாமல் போனால் மருத்துவமனையில் அவசர சிகிச்சை அளிக்கப்பட வேண்டும். பிராணாயாமம், யோக சிகிச்சை முதலியவை மூலம் நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

இறுதியாக ஆஸ்த்துமாவைப் பற்றி மனத்தில் பயமோ, அசட்டையே கொள்ளாமல் முறையான சிகிச்சையளித்தால் நோயாளி நல்ல பலனடைவார்.

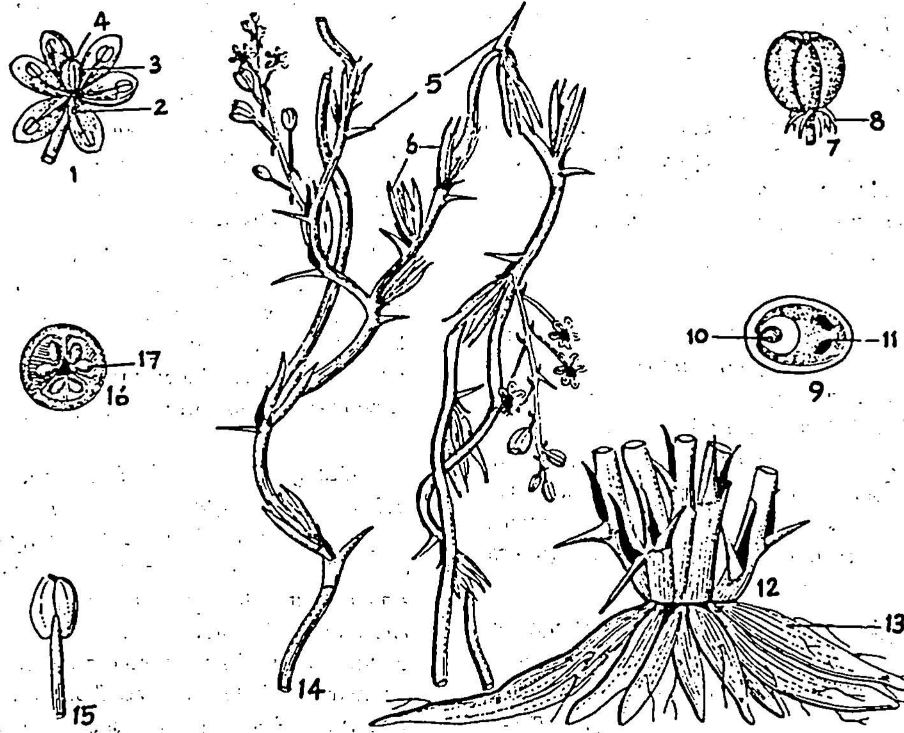
சி. நடராசன்

ஆஸ்பராகஸ்

தண்ணீர் மி(வி)ட்டான் கிழங்கு என்று கூறப்படும் **ஆஸ்பராகஸ் ரெசிமோசஸ் (asparagus racemosus** willd) ஒருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான **லிலியேசியைச் (liliaceae)** சார்ந்தது. **ஆ. புளுமோசஸ் (A. plumosus) ஆ. அஃபிசினாலிஸ் (A. officinalis) ஆ. ஸ்பரங்கரி (A. sprengeri) ஆ. அஸ்பராகாய்ட்ஸ் (A. asparagoids)** அகியவை அதிகமாகப் பரவியுள்ள சிற்றினங்களாகும். பொதுவாக, இது ஈரப்பதம் அதிகமாக உள்ள பகுதிகளிலும் மிதவெப்ப (temperate) நாடுகளிலும் செழித்து வளரும். இதனுடைய தாயகம் இங்கிலாந்து என்று கருதப்படுகிறது. ஆனால் தமிழ் நாட்டில் இது சில மலைப் பகுதிகளில் இயற்கையாகத் தானாகவே வளரக்கூடிய காட்டுத் தாவரமாகக் காணப்படுகின்றது. உதகமண்டலம், ஆனைமலை, பழனிமலைப் பகுதிகளில் சுமார் 1200 முதல் 2400 மீ. உயரம் வரை இது காணப்படுகிறது.

சிறப்புப்பண்புகள். இது முள்ளுடன் கூடிய தொற்றிப் படரக்கூடிய பலபருவக் (perennial) கொடியாகும். தண்டுகள் ஓரிரண்டு மீட்டர் உயரம வரை வளர்ந்து கிளைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்தப் பேரினத்திற்கே உரித்தானமுறையில் இதில் ஊசி அல்லது அரிவாள் போன்ற 2 முதல் 6 இலை ஒத்த தண்டுகள் (cladophylls) ஒவ்வொரு கணுவிலும் உண்மை இலைகளுக்குப்பதிலாகக் கொத்தாக அமைந்திருக்கின்றன. இவை இலைக் கோணக்கிளைகளின் மாற்று உறுப்புகளாகத் தோன்றி இலைகளின் தொழிலைச் செய்கின்றன. உண்மையான இலைகள் சிறிய சிதல் இலைகளாகக் குறைக்கப்பட்டுள்ளன. மஞ்சரி தனித்தோ, 3 மஞ்சரிகள் ஒன்று சேர்ந்தோ காணப்படும். ஓராண்டில் இருமுறை பூக்கக்கூடியது. மலர் வெண்மை அல்லது பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுடையது; புனுகுஒத்த நறுமணமுடையது. மலரிதழ்கள் (petals)6(3 + 3).மகரந்தத் தாள்கள் 6%(3+3)சூற்பை 3அறைகளைக் கொண்டது; ஒவ்வோர் அறையிலும் 2 சூல்கள் உள்ளன; சூல்கள் அச்சுச் சூலமைவு முறையில்(axile placentation)அமைந்துள்ளன;கனிகள் உருண்டையானவை; சிவப்பு நிறம் உடையவை.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. ஆஸ்பராகஸ் ஏறத்தாழ 2,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே கிழங்குகளுக்காகப் பயிரிடப்பட்டு வந்திருக்கிறது என்பதற்கு வரலாற்றுச் சான்றுகள் உள்ளன. ரோமானியர் காலந்தொட்டே இதன் கிழங்குகள் சிறந்த உணவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்திருக்கின்றன. உலக நாடுகளில் அமெரிக்கா ஆஸ்பராகஸ் விளைச்சலில் முன்னணியில் நிற்கிறது. கலிஃபோர்னியா மாநிலத்தில் மட்டும் மொத்த விளைச்சலில் 50 விழுக்காடுக்கு மேலாக விளைவிக்கப்படுகிறது. அமெரிக்காவிலுள்ள வாஷிங்டன், நியூஜெர்ஸி ஆகியஇடங்களிலும் அதிகமாகப்பயிராகிறது. அமெரிக்காவில் ஆண்டிற்குச் சுமார் 150, 000 ஏக்கருக்கும் மேலான நிலப் பரப்பில் ஆஸ்பராகஸ் பயிரிடப்படுகிறது. இவற்றிலிருந்து ஏறத்தாழ 175,000 டன்கிழங்குகள் கிடைக்கின்றன. இதன் கிழங்கு பச்சையாகவோ, பதப்படுத்தப்பட்டோ உணவாக உட்கொள்ளப்படுகின்றது. மேலும்ஆஸ்பராகஸ் கிழங்குகள் குளிர்பதனச் சேமிப்பு முறையில் பதப்படுத்தப்பட்டு டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்டு அயல்நாடுகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இதன் ஊட்டச்சத்து மதிப்பு மிகவும் குறைவாகும். இதில் 94% நீர்ச்சத்து இருக்கிறது. ஆனால் மற்ற காய்கறிகளை விட இது அதிகமான அளவு புரதச் சத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. இதன் இலைகளிலிருந்து தூக்க மருத்தும், இதயத்திற்கு ஊக்கம் தரும் மருந்துகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இலைச் சாறு பசும்பாலுடன் கலந்து மேகவெட்டை நோய்க்கு (gonorrhoea) மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. தமிழில் தண்ணீர் மி(வி)ட்டான் கிழங்கு என்று அழைக்கப்படும் **ஆஸ்பராகஸ்** சித்த மருத்துவத்தில் ஆண் மலட்டுத் தன்மையை நீக்கத் (impotency) தலை சிறந்த மருந்தாகும். இதனுடைய வேர் ஊட்ட நீர்மமாகவும் (tonic), சிறுநீர்க் கழிவினைத் தூண்டுவதற்கும், பால் சுரப்பியாகவும் பயன்படுகின்றது. வேரின் சாற்றைத் தேனுடன் கலந்து செரிமானத்தைத் தூண்டுவதற்குக் கொடுக்



ஆஸ்பராகஸ்

1. பூ 2. மகரந்தத்தாள் 3. சூற்பை 4. சூலகமுடி 5. முள்கள் 6. இலை போன்று உருமாறிய தண்டுகள் 7. கனி 8. நிலைத்த பூவிதழ்கள் 9. கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 10. விதை 11. வளர்ச்சி குன்றிய விதை 12. கொடியின் அடிப்பாகம் 13. வேர்க் கிழங்கு 14. கொடியின் ஒரு பகுதி 15. மகரந்தத்தாள் 16. சூற்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம். 17. சூல்.

கிறார்கள். இதன் வேர் மூட்டு வாதத்திற்கும் மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றது. நரம்பு சம்பந்தப்பட்ட நோய்களுக்கும் பயன்படுகின்றது. அழகுத் தாவரமாகவும் வளர்க்கப்படுகின்றது.

தி. பாலகுமார்

நூலோதி

1. Hill, A.F., Economic Botany (Revd.) Tata Mc Graw-Hill Publ. Co., Ltd., New Delhi, 1952.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆஸ்ப்பன்

இது **போப்புலஸ்** *(populus)* என்ற பேரினத்தையும் (genus) சாலிக்கேசிக் (salicaceae) குடும்பத்தையும் சார்ந்தது. இதில் 34 சிற்றினங்கள் உண்டு. வட மேற்குஇமய மலைப் பகுதியில் 5 சிற்றினங்களுள்ளன. இவை எல்லாம் போப்லர்கள் (poplars), ஆஸ்ப்பன் (aspen), காட்டன்வுட்ஸ் (cotton woods) போன்ற பொதுப் பெயர்களால் அழைக்கப்படுகின்றன

உண்மையான ஆஸ்ப்பன் என்பது **போப்புலஸ டிரிமுலா** *(populus tremula* Linn) என்ற சிற்றினத்தைக் குறிக்கும். இதன் சிற்றினங்கள் எல்லாம் வெகுவிரைவாக வளரக்கூடிய பெருமரங்களாகும். இவை அலாஸ்காவிலிருந்து (alaska) மெக்சிகோ (mexico) வரையிலும், வட அமெரிக்கா (north america) ஆசியா மைனர் (asia minor), இமய மலையிலிருந்து (himalays) ஜப்பான் (japan), சீனா (china) வரையிலும் பரவியிருக்கின்றன. ஆஸ்ப்பன் ஐரோப்பா முழுதும் பரந்து காணப்படுகின்ற ஓர் அழகான மரமாகும். பிசின் அடங்கிய (resin) மொட்டுகளும், மாற்றிலை அமைப்பும் (alternate phyllotaxy), பக்கவாட்டில் தட்டையான நீண்ட இலைக்காம்புகளும், ஒரு பாலின மலர்களும், பூனைவால் (catkin) என்று கூறப்படுகின்ற தொங்கு மஞ்சரியும் இதன் எல்லாச் சிற்றினங்களிலும் காணப்படும் பொதுப் பண்புகளாகும். பெரும்பாலான சிற்றினங்களில் மலர்களின் பாலினத்தைப் பொறுத்து ஆன் மரம், பெண் மரம் எனத் தனித்தனி மரங்களுண்டு. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை காற்றினாலேற்படுகின்றது. கனிகள் காப்சூல் (capsule) எனும் வெடிக்கனி வகையைச் சார்ந்தவை. ஆஸ்ப்பன் என்ற தொகுப்பில் **போ. கிராண்டிடெண்**

டாட்டா; (*P. grandidentata big-toothed aspen*), போ. டிரி மூலா, போ. டிரிமூலாய்டிஸ் (*P. tremuloides;* quaking aspen) என மூன்று சிற்றினங்களுண்டு. இவை மூன்றும் விதைகளாலும், வேர் நாற்றுகளாலும் (root suckers) பரப்பப்படுகின்றன.

சிறப்புப் பண்புகள். இதனுடைய இலைகள் ஏறக் குறைய வட்ட வடிவமாகவும், உள் நோக்கி வளைந்த விளிம்பு பற்களைப் (incurved teeth) பெற்றும், கோடைக் காலத்தில் வெளிர்பச்சை நிறத்துடனும். இலை உதிர் காலத்தில மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப்படும். இலைக்காம்புகள் நீண்டு தட்டையாக இருப்பதால் குறைந்த அளவு காற்று வீசும்பொழுது கூடச் சலசலப்பான ஓசையை ஏற்படுத்துகின்றன. மரம் கூம்பு வடிவத் தோற்றத்தை உடையது. குறைந்த அளவு கிளைத்திருக்கும். சுமார் 20 மீ. உயரம் வரை வளரக் கூடியது. மரப்பட்டை வெளிர் பச்சை நிறம் கொண்டது; குழிகளை உடை யது. இதில் ஒரு வகைப் பூச்சிகளினால் (gall midges) கரணைகள் ஏற்படுகின்றன. பட்டாணி அளவில் சிவப்பு நிறக் கரணைகள் இலையின் நரம்பு களில் தோன்றுகின்றன. பெருமளவில் ஆஸ்ப்பனை வளர்க்க வேண்டுமானால் ஒவ்வொரு மரத்திற்கு மிடையே குறைந்தது 8 மீ. இடைவெளியிருத்தல் வேண்டும். ஏனெனில் நெருக்கமாக வளரும்பொழுது அவற்றிற்கிடையே ஏற்படுகின்ற போட்டியினால் அவை பாதிக்கப்படுகின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இதன் கட்டை மென்மை யானது, மங்கல் நிறமானது; மணமற்றது. இதற்கு எந்தவித மணமுமில்லாத காரணத்தால் இதன் கட்டையைப் பெட்டிகள் செய்வதற்குப் பயன்படுத்து கின்றார்கள். எளிதில் எரியக் கூடிய தன்மையற் றிருப்பதாலும், பிளவுபடாத தன்மையாலும், கட்டி டங்களுக்குள் தரைபோடுவதற்கும், பலவகையான பெட்டிகள் செய்வதற்கும் இதன் கட்டை பயன்படு கின்றது.

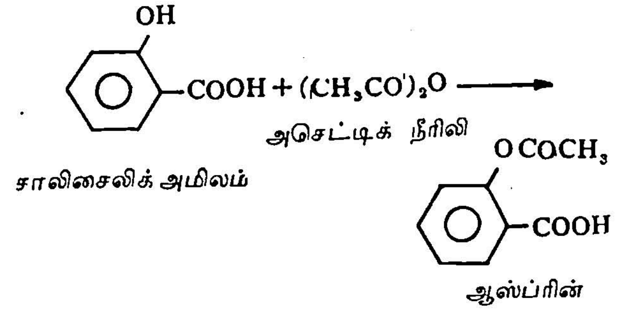
எ. கோ.

நூலோதி

The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆஸ்ப்ரின்

இது அசெட்டைல் சாலிசைலிக் அமிலம் (acetyl salicylic acid) என்றும், அசெட்டாக்சி பென்சாயிக் அமிலம் (acetoxy benzoic acid) எனவும் வழங்கப்படுகிறது. சாலிசைலிக் அமிலம் அசெட்டிக் நீரிலியுடன் வினை புரிவதால் ஆஸ்ப்ரின் (aspirin) கிடைக்கிறது. பின்னர் படிகமாக்குதல் (crystallisation) முறையில் இது தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது.



ஆஸ்ப்ரின் வெள்ளையான மாவாகவோ படிக மாகவோ இருக்கும்; மணமில்லாதது; சிறிது கசப்புச் சுவை கொண்டது. இயல்பான காற்றில் வைக்கும் போது மாறாமலும், சற்று ஈரப்பதமுள்ள காற்றில் வைக்கும்போது சாலிசைலிக் அமிலமாகவும் (salicylic acid), அசெட்டிக் அமிலமாகவும் (acetic acid) மாறு கிறது; நீர், ஆல்கஹால், குளோரோஃபார்ம், ஈதர் போன்ற கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையும் தன்மை கொண்டது. தூய ஈதரில் குறைந்த அளவே கரை யும். கார ஹைட்ராக்சைடுகளிலும் கார்பனேட்டுக் கரைப்பான்களிலும் சிதைவுற்றுக் கரையும். இதன் உருகுநிலை 132 முதல் 136°C; கொதிநிலை 140°C (சிதைவுற்ற நிலையில்).

மருத்துவத்தில், இது உடம்புவலியையும், வீக்கத் தையும் குறைக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் ஆஸ்ப்ரின் ஒரு முக்கியமான காய்ச்சல் குறைப் பியாகவும் (antipyretic) பயன்படுகிறது.

த.தெ.

ஆஸ்பார்ன் ஹென்றி ஃபேர்ஃபீல்டு

ஹென்றி ஃபேர்ஃபீல்டு ஆஸ்பார்ன் (Henry Fairfield Osborn) அமெரிக்காவில் 1857 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட்டுத் திங்கள் 8ஆம் நாள் பிறந்த ஒரு சிறந்த தொல்லுயிரியல் அறிஞராவார் (palaeontologist). பிரின்ஸ்ட்டன் பல்கலைக் கழகத்தில் 1877ஆம் ஆண்டில் பட்டம்பெற்ற காலந்தொட்டே அவருக்குத் தொல்லுயிரியலில் நாட்டம் உண்டு. இங்கிலாந்து சென்று மேற்படிப்புப் படித்துத் திரும்பியவர். 1881 ஆம் ஆண்டு தொடங்கிப் பிரின்ஸ்ட்டன் பல்கலைக் கழகத்தில் டா-காஸ்டர் (Da-caster) இயற்கை அறி வியல் பேராசிரியராகப் (டா-காஸ்டர் என்ற யூதர் பெயரில் ஏற்படுத்தப்பட்ட பேராசிரியர் பதவி) பணி யாற்றினார். 1883 ஆம் ஆண்டு முதல் அங்கேயே உடற்கூற்று ஒப்பியல் (comparative anatomy) பேராசிரியராகப் பணிபுரிந்தார். கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்தில் (1891-96) உயிரியல் பேராசிரிய ராகச் சேர்ந்து தம் துறையை விரிவுபடுத்தினார். பின்னர் அமெரிக்க இயற்கையியல் அருங்காட்சியகத் தில் பாலூட்டித் தொல்லுயிரியியல் (mammalian



ஆஸ்பான், ஹென்றி ஃபேர்ஃபீல்டு

palaentology) துறையைத் தொடங்கி அதன் தலைவ ராகச் சிறந்த பணி செய்தார். அவ்வருங்காட்சியகத் தில் வைக்கப்பட்டிருந்த காட்சியுயிரிகளைக் கண்ட பின்னர் மக்களிடையே தொல்லுயிரியல் பற்றிய ஒரு விழிப்புணர்ச்சி ஏற்பட்டது. அவர் தம் நிர்வாகத் திறமை காரணமாக அமெரிக்க இயற்கையியல் அருங் காட்சியகத்தின் தலைவராக 1908 இல் பொறுப் பேற்றார்.

பிரின்ஸ்டனில் உடற்கூற்று ஒப்பியல் பேரா சிரியராகப் பணியாற்றிய காலத்தில் முதுகெலும் புடைய விலங்குகளின் மூளை பற்றி ஆய்வுகள் செய் தார். மேலும் அவர், பாலூட்டிகள் பல இடங்களுக் குப் பரவிச் செல்லும்போது ஆங்காங்கு நிலவும் சூழ் நிலைகளுக்கு ஏற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றுத் தனித்தனிச் சிறப்பினங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்னும் தகவமைப்பு விரிபடிமலர்ச்சி (divergent evolution) கருத்தைத் தெளிவு படுத்தினார். அதனை ஆஸ்பான் தகவமைப்பு விரிவாக்க விதி (osborn's law of adaptive radiation) எனக் கூறுவர்.

ஆஸ்பான் சிறந்த கல்வியாளர்; கல்வி விடு தலையைப் பெரிதும் ஆதரித்தவர்; படிமலர்ச்சிக் கோட்பாடுகளின் எதிரிகளைக் கடுமையாக எதிர்த் தவர். நியூயார்க்கிலுள்ள விலங்கியல் கழகத்தின் (New York zoological society) தலைவராகவும் 1896-1903), அமெரிக்க நிலஇயல் அளக்கையியல் கழகத்தின் (United States geological survey) மூத்த நிலஇயல் அறிஞராகவும் (1924 முதல்) உலகின் பல அறிவியல் கழகங்களின் உறுப்பினராகவும் இருந்து அறிவியல் முன்னேற்றத்திற்காக அரும்பாடுபட்டார். அறிவியல், விலங்கியல், படிமலர்ச்சி நிலஇயல் கல்வி பற்றிப் பத்து அரிய நூல்கள் எழுதியுள்ளார். ஆஸ்பான் அவருடைய எழுபத்தெட்டாம் வயதில் நியூயார்க் நகரில் இயற்கை எய்தினார்.

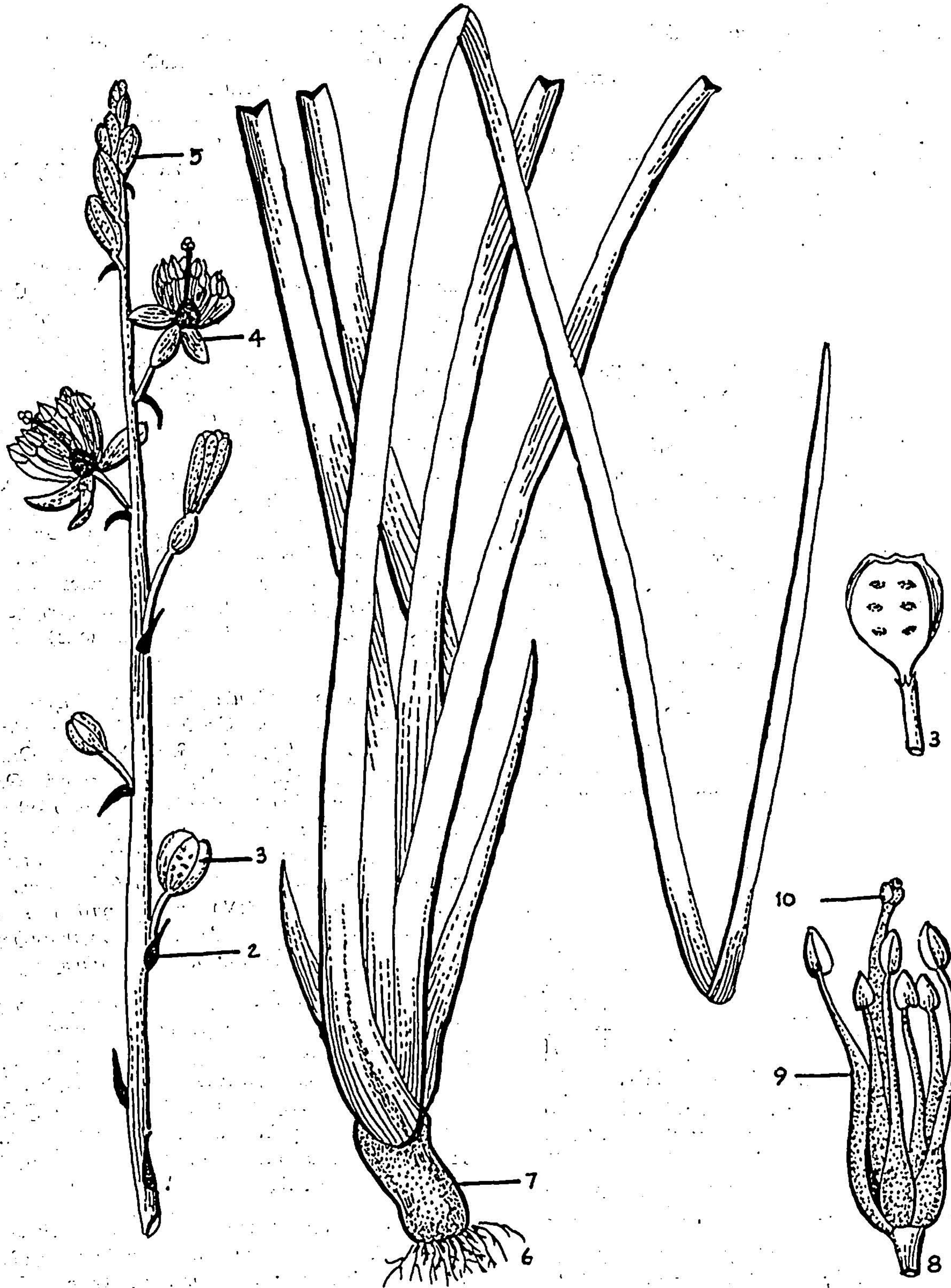
ஜெ.கௌ.

ஆஸ்ஃபோடல்

இது ஆஸ்ஃபோடிலஸ் (*Asphodelus* linn.) என்னும் பேரினத்தையும், ஒருவிதையிலைக் குடும்பங்களில் ஒன்றான லிலியேசியையும் (liliaceae) சார்ந்தது. இதில் ஏறக்குறைய 12 சிற்றினங்களிருக்கின்றன. இந்தியாவில் இரு சிற்றினங்கள் (*A. comosua* baker-*A tenuifolius* cavan.) உள்ளன. இவற்றின் பெரும் பாலான சிற்றினங்கள் மத்தியதரைக் கடற்பகுதி களில் பரவியிருக்கின்றன. ஆ. டெனுவிஃபோலியியஸ் வங்காளத்திலிருந்து பஞ்சாப் வரை களைச்செடி யாகப் பரவிக் காணப்படுகிறது.

பொதுப்பண்புகள். இது ஒருபருவ அல்லது பல பருவச் செடி (annual or perennial). வேர்கள் சிறுத் தோ, தடித்தோ இருக்கும். இலைகள் குழல் போன்ற வை (fistular); ஏறக்குறைய உருண்டையானவை (semiterete), நிமிர்ந்தவை; (erect) அல்லது முப்பக்க முடையவை (triquetrous); கொத்தாக (tufted) நிலத் திலிருந்து அமைந்திருப்பவை. நுனி நீள்கூர்மை யானது (acuminate), மஞ்சரித்தண்டு (scape) உருண் டையானது, பலகிளைகளை உடையது; மஞ்சரி கதிர்வகை (raceme) வகையைச் சார்ந்தது; இது மலர் களைப் பரவலாகவோ, அடர்த்தியாகவோ கொண் டிருக்கும். பூ இதழ்கள் (tepals) 6, இரு வட்டங் களில் (3+3) ஆக அமைந்தவை, வெண்மை, இளஞ் சிவப்பு, மஞ்சள் நிறமானவை; பழுப்பு அல்லது பசுமை நிற நரம்பைக் கொண்டவை. மகரந்தத் தாள்கள் 6, இருவட்டங்களில் (3+3) ஆக அமைந் திருக்கும்; மகரந்தத் தாளின் அடிப்பகுதி அகன்று சூற்பையைத் தழுவி இருக்கும். சூற்பை (ovary) மேல் மட்டத்திலுள்ளது, மூன்று அறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையும் இரு சூல்களைப் (ovules) பெற்றிருக்கும். சூலகத்தண்டு (style) இழை போன்றது (tiliform); சூலகமுடி (stigma) மூன்று பிளவுகளைக் கொண்டது. இதன் கனி அறை வழி வெடி உறைகனி வகையைச் (loculicidal capsule) சார்ந்தது. உருண்டையானது. ஒவ்வொரு விதை யும் முப்பக்கமுடையது; கருமையானது; இதன் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் 3 முதல் 4 வரம்புகளும் (ridges) இதே எண்ணிக்கையில் குழிகளும் (pits) காணப்படும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. ஆ.அல்பஸ் (*A.albus*), ஆ.அகாலிஸ் (*A.acalis*) ஆ.ராமோசஸ் (*A.ramosus*) அழகுத் தாவரங்களாகத் தோட்டங்களில் பயிரிடப் படுகின்றன. ஆஸ்ஃபோடலின் தடித்த கிழங்கு போன்ற வேர்களிலிருந்து முற்காலத்தில் சாராயம் தயாரிக்கப்பட்டது. பஞ்சக்காலங்களில் ஆ.டெனுவி ஃபோலியஸ் உணவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் விதைகள் சிறுநீர்ப்போக்கியாகப் (diuretic) பயன்படுகின்றன. கிரேக்க நாட்டு இதிகாசங்களில் ஆஸ்ஃபோடல்கள் இறந்தவர்களுடனும், நகரத்தில் (under world) உள்ளவர்களுடனும் தொடர்புபடுத் திக் கூறப்பட்டிருக்கின்ற சிறப்பைப் பெற்றிருக் கின்றன. இவை கல்லறையில் நடப்பட்டன. இவற் றின் சாம்பல்நிற இலைகளும், மஞ்சள்நிற மலர்களும்



ஆஸ்ஃபோடல்

1. மஞ்சரியின் ஒரு பகுதி 2. பூவடிச் சிதல் 3. கனி (இரு அளவுகளில் காண்க) 4. பூ 5. பூ மொட்டு 6. முழுச் செடி 7. கிழங்கு 8. ஆண்கமும் சூலகமும் (பூவிதழ்கள் நீக்கப்பட்டவை) 9. மகரந்தத்தாள் 10. சூலகமுடி

நரகத்தின் இருளையும், இறப்பையும் குறிக்கும் எனக் கருதப்படுகின்றன.

எ.கோ.

நூலோதி

1. Hooker J.D., Hook. f. Fl. Br. Ind., Vol. VI. London, 1892.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1984.

ஆஸ்மியம்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் (periodic table) உள்ள, Fe, Co, Ni; Ru, Rh, Pd; Os, Ir, Pt ஆகியவை எட்டாவது (VIII) தொகுதித் தனிமங்களாகும். நான்காவது வரிசையிலுள்ள Fe, Co, Ni ஆகிய இம் மூன்றிற்கும் இடப்புறத்தில் Cr,Mnதனிமங்களும் வலப்புறத்தில் Cu,Zn தனிமங்களும் உள்ளன. இவற்றைத் தொடர்புபடுத்தும் வகையில் Fe, Co,Ni முதலிய தனிமங்களின் பண்புகள் அமைந்துள்ளன. இவற்றைப் போன்றே, ஐந்து, ஆறு வரிசைகளிலுள்ள இடப்புற, வலப்புறத்தனிமங்களைத் தொடர்புபடுத்தும்வகையில் முறையே, Ru, Rh, Pd ஆகிய மூன்றும், Os, Ir Pt ஆகிய மூன்றும் அமைந்துள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது. மேலும் இத்தனிமங்களின் இயற்பியல் வேதியியல் பண்புகள் பெரும்பாலும் ஒத்திருக்கின்றன, இத் தனிமங்களின் அணுக்களின் வெளிச்சுற்றுகள் $5d^6 6s^2$ என 8 எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆகவேதான் ஆஸ்மியம் (osmium) எட்டாவது தொகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

ஆஸ்மியம்

இயல்புகள். ஆஸ்மியம் மிகவும் உறுதியான உலோகம்; உலோகங்களிலேயே இதுவே அதிக அடர்த்தியைக் கொண்டது. இது ஊதா கலந்த பழுப்பு நிறமுடையது, தூய்மையுள்ள நேர்த்தியான தூளாக இருக்கும்போது கருநீலமாக இருக்கும். இதன் கடினத் தன்மை எண் 7.0 (மோர்ஸ்); செந்தரத் தன் வெப்பம் (specific heat) 0.03063; உருகுநிலை 3045°C; கொதிநிலை 5020°C.

வேதிப்பண்புகள். அறைவெப்பநிலையில் இது காற்று அல்லது ஆக்சிஜனால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் ஆஸ்மியம் இரு ஆக்சைடு (OsO_4) என்ற நீலநிற படலம் இவ்வுலோகத்தின் மேல் படர்கிறது. இதனைக் காற்றில் வெப்பப்படுத்தும் பொழுது குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து OsO_4, OsO_3 ஆக்சைடுகளைக் கொடுக்கின்றது. ஆஸ்மியம் சூடான நைட்ரிக் அமிலத்தில் எளிதில் கரைகிறது. காரத்துடன் சேர்த்து உருக்கும்போது நீரில் கரையக்கூடிய ஆஸ்மேட்டுகளைக் கொடுக்கின்றது, ஆஸ்மியத்தின் வேதியியல் மிகவும் சிக்கலானது. இதன் காரணம் ஆஸ்மியம் பல இணைதிறன்களைக் (valencies) கொண்டதாக இருப்பதும், ஒவ்வோர் இணைதிறனும் பல அணைவு அயனிகளைக் (complex ions) கொடுப்பதும் ஆகும்.

இது குறைந்த வெப்பநிலையில், ஃபுளூரினுடன் வினைப்படுவதில்லை. வெப்பப்படுத்தி மிளிர்கின்ற ஆஸ்மியம் ஃபுளூரினுடன் வினைப்பட்டு, டெட்ரா, ஹெக்சா, ஆக்ட்டா ஃபுளூரைடுகளைக் கொடுக்கின்றது. வெப்பப்படுத்தப்பட்ட ஆஸ்மியத்தின் மீது உலர்ந்த குளோரினைச் செலுத்தினால் ஆழ்ந்த பச்சை நிறமுடைய, ஆஸ்மியம் (III) குளோரைடும், அதிக வெப்பநிலையில் (சுமார் 650°C) சிவப்பு நிறமுடைய ஆஸ்மியம் (IV) குளோரைடும் உண்டாகின்றன. புரோமின், அயோடின் ஆகியவற்றுடன் எந்த நிலையிலும் ஆஸ்மியம் வினைப்படுவதில்லை.

கனிம அமிலங்களாலும், இராஜத்திராவகத்தாலும் (aqua regia) ஆஸ்மியம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இருப்பினும் ஆக்சிஜனின் சூழலில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் ஆஸ்மியம் வினைப்படும். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, சோடியம் பெராக்சைடு போன்றவைகளுடன் ஆஸ்மியம் வினைபுரியும்; மேலும் 150°C வெப்பத்தில் செலினிக் அமிலத்திலும் ($H_2Se_2O_4$) கரையும்.

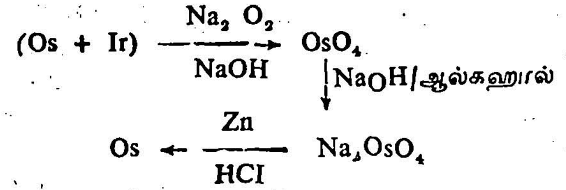
இது ஆவியுடன் பளிச்சிடும் ஒளியுடன் எரிந்து, ஆஸ்மியம் சல்ஃபைடையும், பாஸ்பர ஆவியுடன் எரிந்து ஆஸ்மியம் பாஸ்பைடையும் கொடுக்கிறது.

தனிமைப்படுத்தல். இயற்கையில் கிடைக்கின்ற பிளாட்டினத் தொகுதி உலோகத் தாதுவான லாரேட்டேயில் (laurete) 3% ஆஸ்மியம் உள்ளது. ஆஸ்மிரி

டியம் (osmiridium) உலோகக் கலவையாகவே பிளாட்டினத் தாதுக்களில் உள்ளது. சோவியத்நாடு கலிஃபோர்னியா, ஸ்பெயின், தென் அமெரிக்கா, கனடா முதலிய நாடுகளில் ஆஸ்மியம்-இரிடியம் கலந்துள்ள பிளாட்டினம் தாதுக்கள் ஏராளமாகக் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் 60%க்கும் குறைவாக இரிடியம் இருக்குமானால் அதற்குச் சைசேர்கைட் (syserkite) அல்லது ஆஸ்மிரிடியம் (osmiridium) என்றும், 60%க்கு அதிகமாக இரிடியம் இருக்குமானால், அதற்கு நேவியன்ஸ்கைட் (nevyanskite) அல்லது இரிடியாஸ்மியம் (iridiosmium) என்றும் பெயர். குரோமியம், இரும்பு ஆகிய உலோகங்களின் ஆக்சைடு தாதுக்களான குரோமைட் (chromite), ஃபெர்ரைட் (ferrite) ஆகியவற்றிலும் இரிடியாஸ்மியம் உள்ளது. தங்கம், ஆஸ்மியம், இரிடியம் முதலிய உலோகங்கள் கலந்த ஆரோஸ்மிரிட் (aurosmirid) என்னும் கலவை பிளாட்டினம் தாதுவில் கசடாகவும் உள்ளது.

ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு கரைசலிலிருந்து மிகவும் தூய்மையான ஆஸ்மியத்தைப் பிரிக்க முடிகிறது.

தூய்மையற்ற ஆஸ்மியம்-இரிடியம் உலோகக் கலவையுடன், காரநிலை ஆக்சிஜனேற்ற விளை பொருள்களான $KNO_3 + KOH$ அல்லது $NaOH + Na_2O_2$ அல்லது $BaO_2 + Ba(NO_3)_2$ ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றைச் சேர்த்து, களிமண் புடக்குடுவையில் (clay crucible) உருக்கப்படுகிறது. மூன்று மடங்கு NaOH, ஒருமடங்கு Na_2O_2 என்ற அளவில் எடுத்து உலோகக் கலவையுடன் சேர்த்து வெள்ளி உலோகப் புடக்குடுவையில் இட்டு உருக்குவதே சிறப்பானதாகக் கருதப்படுகிறது. உருக்கிக் கிடைத்தபொருளுடன் நீரைச் சேர்த்துக் கலக்கினால் சோடியம் ஆஸ்மேட் (Na_2OsO_4) கிடைக்கிறது. சிறிதளவு ருத்தினியமும் (ruthnium) இத்துடன் இருக்கலாம். இக்கார நிலைக் கரைசலுடன் நைட்ரிக் அமிலத்தை அதிக அளவில் சேர்த்து அமில நிலையாக்கிக் காற்றைச் செலுத்திக் கொண்டே கொதிக்கும் வரை மிதமாக வெப்பப்படுத்திக் காய்ச்சி வடித்தலால் (distillation) சுத்தமான ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு பெறப்படுகிறது. கரைசலினுள் காற்றைச் செலுத்துவதனால் ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு ஆவி எளிதாக வெளியேற்றப்படுகிறது. 12% எரிசோடாக் கரைசலும் (caustic soda solution), சிறிதளவு ஆல்கஹாலும் எடுத்துக்கொண்ட குடுவையில் ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு சேகரிக்கப்படுகிறது. ஆல்கஹால் கலந்த சோடாக் கரைசலில் ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு ஒடுக்கம் அடைந்து சோடியம் ஆஸ்மேட் ஆக மாறுகிறது. சோடியம் ஆஸ்மேட் கரைசலுடன் Zn + HCl சேர்ந்து ஒடுக்கம் செய்தால் ஆஸ்மியம் உலோகம் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் ஆஸ்மியம் ஆக்சிஜன் முன்னிலையில் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு மீண்டும் ஆக்சைடாக மாற்றப்பட்டு மேலும் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது.



முக்கியமான சேர்மங்கள்

ஆக்சைடுகள். OsO, Os_2O_3, OsO_2, OsO_3, OsO_4 முதலியன ஆஸ்மியத்தின் முக்கிய ஆக்சைடுகளாகும். இரட்டை உப்பான (double salt) ஆஸ்மியம் குளோரைடையும், பொட்டாசியம் குளோரைடையும் எரி பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன் வினைபுரியச் செய்தால், கரும்பச்சை நிறமுடைய, நீர் ஏறிய ஆஸ்மியம் மோனாக்சைடு (OsO) கிடைக்கிறது. இதைப் பாத்திரத்திலிட்டுக் காற்றுப்புகாமல் அடைத்துச் செந்நிறமாகும் வரை வெப்பப்படுத்தினால் நீரற்ற ஆஸ்மியம் மோனாக்சைடு கிடைக்கிறது. சோடியம் கார்பனேட்டும், பொட்டாசியம் ஆஸ்மியம் சல்ஃபைட்டும் (potasium osmium sulphite) கலந்த கலவையைக் கார்பன்டைஆக்சைடு வளிம முன்னிலையில் வெப்பப்படுத்தினால் ஆஸ்மியம் மோனாக்சைடு கிடைக்கிறது. பொட்டாசியம் குளோரோ ஆஸ்மைட் (K_3OsCl_6) கரைசலுடன் காரக் கரைசலைச் சேர்த்தால் நீர் ஏற்றிய ஆஸ்மியம் செஸ்க்வி ஆக்சைடு (sesquioxide, Os_2O_3 nHO) செம்பழுப்புநிற வீழ்படிவாகக் (precipitate) கிடைக்கிறது. இந்த வீழ்படிவுடன், சோடியம் கார்பனேட்டைச் சேர்த்து, கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமத்தில் வெப்பப்படுத்திக் கிடைக்கின்ற விளைபொருளை நீரால் கழுவிப் பின்பு உலரச் செய்தால் Os_2O_3 கிடைக்கின்றது. இந்த ஆக்சைடு அமிலங்களில் கரைவதில்லை, ஆஸ்மியம் (VI) உப்புகளைச் சோடியம் கார்பனேட்டுடன் கலந்து கார்பன் டைஆக்சைடு வளிம மண்டலத்தில், வெப்பப்படுத்தி ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், நீரைச்சேர்த்து வடிகட்டினால் ஆஸ்மியம் டைஆக்சைடு (OsO_2) கிடைக்கிறது. நைட்ரஜன் அல்லது கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமத்தில் ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடை வெப்பப்படுத்திப் பின்பு உலர்த்தினால் OsO_2 கிடைக்கிறது. ஆஸ்மியம் டைஆக்சைடு பழுப்புக் கலந்த கறுப்பு நிறமுடையது. OsO_4 மிக முக்கியமான ஆக்சைடாகும். ஆஸ்மியத்தின் ஆவியைக் (vapour of osmium) காற்றினால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு வெளிறிய மஞ்சள் நிறமுடைய திண்மப் பொருள்; குறைந்த உருகுநிலையைக் கொண்டது. ($40^\circ C$) திண்ம நிலையில் ஆஸ்மியம்-ஆக்சிஜன் பிணைப்பு நீளம் 1.74 Å எனவும்,[c] ஆவி நிலையில் ஆஸ்மியம்-ஆக்சிஜன் பிணைப்பு நீளம் 1.71Å எனவும் அறியப்பட்டுள்ளன. ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு நாற்பட்டக வடிவத்தைக் (tetrahedron) கொண்டுள்ளது என இராமன்

நிறல்கள் (Raman spectra) உறுதிப்படுத்துகின்றன. ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடின் இருமுனைத் திருப்புத் திறன் (dipole moment) சுழியாகும். ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு கண்களைப் பாதிக்கும் தன்மை கொண்டது.

ஹாலைடுகள். Os(VIII), Os(VII), Os(VI), Os(V) ஆகியவற்றின் ஃபுளூரைடுகள் உள்ளன. கி.பி. 1913 இல் OsF_8 கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்குப் பின்பு நாற்பது ஆண்டுகள் கழித்து OsF_7 அறியப்பட்டது. இது 600°C வெப்பத்தில் 400 வளிமண்டல அழுத்தத் தில் ஆஸ்மியமும் ஃபுளூரினும் வினைப்படுத்தப்பட் டுத் தயாரிககப்படுகிறது. 250°C வெப்பத்தில்வினைத் திறன் மிக்க ஆஸ்மியத்தின் மீது ஃபுளூரினைச் செலுத் தினால் OsF_8 OsF_9, OsF_5, மூன்றும் உண்டாகின்றன. இதில் OsF_8 எளிதில் ஆவியாகக் கூடியது; பதங்க மாதல் (sublimation) முறையில் பெறப்படுகிறது. ஹெக்சாஃபுளூரைடு வெளிறிய பச்சை நிறமுடைய படிகத்திண்மம், OsF_6 உடன் I_2 வினைப்படுவதால் OsF_5 உண்டாகிறது. ஆஸ்மியம்(V)ஃபுளூரைடு திண்ம நிலையில் நீல நிறமாகவும், உருகி நீர்ம நிலையாகும் போது பச்சை நிறமாகவும் இருக்கிறது. OsF_6 ஒடுக் கப்படுவதனால் OsF_4 உண்டாகிறது. ஆஸ்மியம் (IV) ஃபுளூரைடுஎளிதில்ஆவியாகாத மஞ்சள் நிறத்திண்மப் பொருள் நீரில் எளிதில் கரையும்; ஆனல் நீராற்பகுக் கப்படும் (hydrolysis) வினை மிதமாக நடைபெறு கிறது. இதன் வடிவம் இதுவரை அறியப்படவில்லை.

வெப்பப்படுத்தப்பட்ட ஆஸ்மியத்தின் மீது குளோரினைச் செலுத்தினால் $OsCl_4$, $OsCl_3$ இரண்டும் உண்டாகின்றன. 650°C க்கு மேல் வெப்பப்படுத் தப்பட்ட ஆஸ்மியத்தின் மீது அதிக அளவு குளோ ரினைச் செலுத்தினால் $OsCl_4$ மட்டும் கிடைக்கிறது. ஆஸ்மியம் (IV) குளோரைடு நீரிலும் ஆல்கஹாலி லும் கரையும். ஆஸ்மியத்தையும் புரோமினையும் கொள்கலத்தில் (container) வைத்துக் காற்றுப்புகாத வாறு மூடி வெப்பப்படுத்தினால் ஆஸ்மியம் (IV) புரோமைடு ($OsBr_4$) உண்டாகிறது. ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடுடன் ஹைட்ரோ அயோடிக் அமி லத்தை வினைப்படுத்தினால் ஆஸ்மியம் (IV) அயோ டைட்டு கிடைக்கிறது. இச்சேர்மம் ஆழ்ந்த ஊதா நிறமுடைய படிகத்திண்மம்.

ஆஸ்மியத்தின் டிரைஹாலைடுகளாக OsX_3 (X = Cl, Br, I) முதலியன அறியப்பட்டுள்ளன. ஆனால் ஆஸ்மியம் டிரைஃபுளூரைடு (OsF_3) மட்டும் அறியப்படவில்லை. 470°C க்கு வெப்பப்படுத்தப் பட்ட ஆஸ்மியம் டெட்ராகுளோரைடு ($OsCl_4$) மீது குளோரினைச் செலுத்தினால் ஆஸ்மியம் டிரைகுளோ ரைடு ($OsCl_3$) கிடைக்கிறது. நீர், அமிலங்கள், கரிமக் கரைப்பான்கள் ஆகியவைகளில் ஆஸ்மியம் டிரை குளோரைடு கரைவதில்லை. ஆஸ்மியம் டிரைகுளோ ரைடு தயாரிக்கப்படுவதைப் போன்றே ஆஸ்மியம் டிரைபுரோமைடும் பெறப்படுகிறது. ஆனால் ஆஸ் மியம் டிரைஅயோடைடு மட்டும் வேறு விதமாகப் பெறப்படுகிறது. அதாவது ஆஸ்மியம் டைஅயோ டைடும், அயோடினும் கலந்த கலவையை வெப்பப் படுத்தினால் ஆஸ்மியம் டிரைஅயோடைடு உண்டா கிறது.

ஆஸ்மியம் (II) ஹாலைடு சேர்மங்களில், படிகத் தன்மையற்ற கறுப்பு நிறமுடைய ஆஸ்மியம் டை அயோடைடு தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதைப் போன்றே ஆஸ்மியம் (I) அயோடைடும் தயாரிக்கப் பட்டுள்ளது.

சல்ஃபர், செலினியம், டெலூரியம், ஃபாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்கள். ஆஸ்மியத்தின் சல்ஃபைடு சேர்மம் மிகக் குறைவேயாகும். ஆஸ்மியம், சல்ஃபர் ஆகிய இரண்டு தனிமங்களையும் 600°C க்கு வெப்பப்படுத்தினால் ஆஸ்மியம்டைசல்ஃபைடுகிடைக்கிறது.அல்லது பொட் டாசியம் அறு குளோரோ ஆஸ்மேட் ($K_2(OsCl_6)$) கரைசலில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தைச் செலுத்துவதனாலும OsS_2 உண்டாகிறது. இச்சேர் மம் நைட்ரிக் அமிலத்தினால் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடைக் கொடுக்கிறது. செலி னியம், டெலூரியம் ஆகிய தனிமங்களை முறையே ஆஸ்மியத்துடன் சேர்த்து 800°C அளவு வெப்பப் படுத்தினால் ஆஸ்மியம் செலினைடும் ($OsSe_2$) ஆஸ் மியம் டெலுரைடும் ($OsTe_2$)உண்டாகின்றன.

ஃபாஸ்ஃபரஸையும், ஆஸ்மியத்தையும் சேர்த்துச் சுமார் 50°C க்கு அதிகமாக வெப்பப்படுத்தினால் ஆஸ் மியம் டை ஃபாஸ்ஃபைடு (OsP_2) உண்டாகிறது. இது நீர்மக் காரங்களிலும், அமிலங்களிலும் கரைவதில்லை. ஆனால் காரத்துடன் சேர்த்து உருக்கினால் கரையும். மூன்று தனிம நான்கிணையச் சேர்மங்களான ஆஸ் மியம் ஃபாஸ்ஃபோசல்ஃபைடு (OsPS), ஆஸ்மியம் ஆன்டிமனோ சல்ஃபைடு (OsSbS) ஆஸ்மியம் ஆர் சனோசெலினைடு (OsAsSe), ஆஸ்மியம் ஆர்சனோ டெலுரைடு (OsAsTe) ஆகியவை முறையே இத்தனி மங்களுடன் ஆஸ்மியத்தையும் சேர்த்து 700°C-900°C வரை வெப்பப்படுத்திப் பெறப்படுகின்றன.

ஆக்சோ, ஹைட்ராக்சோ ஹாலைடுகள். ஆஸ் மியம் ஆக்சோடைஃபுளூரைடு ($OSO\ F_2$), ஆஸ்மியம் ஆக்சோபென்டாஃபுளூரைடு டிரை ($OsOF_5$), ஆஸ் மியம் ஆக்சோடெட்ராஃபுளூரைடு ($OsOF_4$), ஆஸ் மியம் ஆக்சோடெட்ராகுளோரைடு ($OsOCl_4$) முதலி யன ஆக்சோ ஹாலைடுகளாகும். ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடுடன் புரோமின்டிரைஃபுளூரைடைச் (BrF_3) சேர்ப்பதனால் ஆஸ்மியம் (VIII) ஆக்சோஃ புளூரைடு கிடைக்கிறது. இச்சேர்மத்தின் அமைப்பு அறியப்படவில்லை. இதன் உருகுநிலை அதிகமாக இருப்பதிலிருந்து, இது ஃபுளூரைடு இணைப்பு அமைப்பாகக் கொண்ட இரட்டை உப்பாக இருக்க லாம் எனத் தெரிகிறது. 200°C வெப்பநிலையில்

உள்ள ஆஸ்மியம் டை ஆக்சைடு மீது ஃப்ளூரினைச் செலுத்தி ஆஸ்மியம் ஆக்சோபென்டாஃப்ளூரைடு பெறப்படுகிறது. இதன் வடிவம் யுரேனியம் ஹெக்சாஃப்ளூரைடு (UF_6) அமைப்பைப் போன்றது. OsF_6 சேர்மத்தைத் தயாரிக்கும்போதே ஆஸ்மியத்தின் (VI) சேர்மமான $OSOF_4$-ம் கிடைக்கின்றது. இச் சேர்மம் காந்த விலக்கத் (diamagnetic) தன்மையுள்ளது. இதை ஒத்த $OsOCl_1$க்கும் காந்தவிலக்கத் தன்மையுள்ளது. 400°C அளவிற்கு வெப்பப்படுத்தப் பட்ட ஆஸ்மியத்தின் மீது குளோரின்-ஆக்சிஜன் கலந்த கலவையைச் செலுத்திப் பெறப்படுகிறது.

ஆஸ்மியம் ஹைட்ராக்சோ டிரைகுளோரைடு ($Os(OH)Cl_3$), ஆஸ்மியம் ஹைட்ராக்சோடிரைபுரோமைடு($Os(OH)Br_3$) முதலியன ஆஸ்மியத்தின் ஹைட்ராக்சோ ஹாலைடுச் சேர்மங்களாகும். ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்பட்ட OsO_4 கரைசலில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வாயுவைச் செலுத்தி ஆஸ்மியம் ஹைட்ராக்சோபென்டாகுளோரைடு ($Os(OH)Cl_5$) பெறப்படுகிறது. இச்சேர்மம் நீரை உறிஞ்சும் தன்மையுடையது. OsO_4 கரைசலுடன் ஹைட்ரோ புரோமிக் அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் ஆஸ்மியம் ஹைட்ராக்சோபுரோமைடு கிடைக்கிறது. ஆழ்ந்த சிவப்பு நிறமுடைய படிகத்திண்மமான இச்சேர்மம், நீரிலும், ஆல்கஹாலிலும் அதிக அளவு கரையக்கூடியது.

கார்போனைல் சேர்மங்கள். ஆஸ்மியம் பென்டா கார்போனைல் ($Os(CO)_5$) டிரைடு ஆஸ்மியம் டெக்கா கார்போனைல் ($Os_3(CO)_{12}$) என்ற இரண்டு கார்போனைல் சேர்மங்கள் மட்டுமே அறியப்பட்டுள்ளன. 150°C - 300°C வெப்பநிலையில், 200 - 300 வளிமண்டல அழுத்தத்தில், OsI_3 மீது கார்பன் மோனாக்சைடு (CO) வாயுவைச் செலுத்தி வினைபுரியச் செய்தால் $Os(CO)_5$ உண்டாகிறது. இருப்பினும் இதே வெப்ப, அழுத்த நிலையில் உலர்ந்த OsO_4 மீது CO வாயுவைச் செலுத்தி ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் அடையச் செய்து பெறுவதே சிறந்த முறையாகக் கருதப்படுகிறது. ஆஸ்மியம் பென்டாகார்போனைல் நிறமற்ற நீர்மம் (உருகுநிலை 15°C); மும்முக இரட்டைப் பிரமிடு (triagonel bipyramid) வடிவம் கொண்டது. 175°C வெப்பத்தில் சைலீன் (xylene) ஊடகத்தில் வைக்கப்பட்ட OsO_4 மீது 120 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் CO ஐச் செலுத்தி வினைபுரியச் செய்வதனால் $Os_3(CO)_{12}$ கிடைக்கின்றது. இச்சேர்மம் மஞ்சள் நிறத் திண்மம். உருகுநிலை 224°C ஹைட்ரோகார்பன் கரைப்பான்களில் நன்கு கரையும்.

அணைவு வகைச்சேர்மங்கள். NH_3, CN^-, CO, PR_3 போன்ற வழங்கிகள் (donors) உடன் ஏராளமான அணைவுச் சேர்மங்களை (coordination compounds) ஆஸ்மியம் கொடுக்கின்றது. ஆக்சிஜனேற்ற நிலை பூஜ்யம் முதல் எட்டு முடிய உள்ள எல்லா நிலைகளிலும் அணைவுச் சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன.

பயன்கள். ஆஸ்மியம் மந்தமான (inert), ஆனால் மிகவும் கெட்டியான உலோகம். இதன் பயன் மிகக் குறைவு. இருப்பினும் இதன் உலோகக்கலவை (alloy பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஆஸ்மியம் - இரிடியம் (osmium-iridium) உலோகக் கலவை, பேனாமுள் போன்ற கெட்டியான பொருள்கள் செய்யவும், விளக்குகளில் எரியும் மெல்லிய கம்பிகள் செய்யவும் பயன்படுகிறது. 60% ஆஸ்மியம் உள்ள உலோகக் கலவை கெட்டியான அச்சுகள் செய்யப் பயன்படுகிறது. அடைபடாச் சேர்மங்களை (unsaturated compounds) ஹைட்ராக்சில் ஏற்றம் செய்வதற்கு ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு பயன்படுகிறது. முக்கியமாக இவ்வினை கார்டிசோன் (cortisone) போன்ற ஹார்மோன்கள் (hormones) தயாரிக்க மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கிறது. ஆஸ்மியமும் அதன் உலோகக் கலவைகளும் உராய்வு எதிர்ப்பிகளாக (wear resistants) உள்ளன.

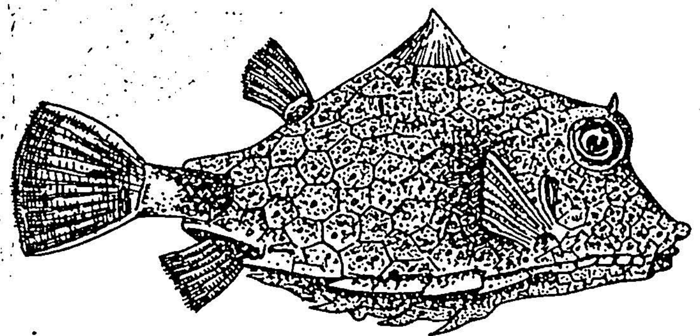
எம். நல்லு.

நூலோதி

1. Satya Prakash, Advanced Chemistry of Rare Elements, S. Chand and Company Ltd, New Delhi, 1982.
2. Cotton, Albert F., Geoffrey, wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, Third Edition, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1984.

ஆஸ்டிரேஷிய மீன்

இந்தியக் கடல்களில் காணப்படும் ஆஸ்டிரேஷிய மீன் (ostracion) சென்னைக் கடற்கரையிலும் காணப்படுகிறது. ஆஸ்ட்ரேஷிய கியூபிக்கஸ் (*O. cubicus*) ஆ. டர்ரிட்டஸ் (*O. turritus*) போன்ற இனங்களும் இந்தியக் கடல்களில் காணப்படும் மற்ற வகைகளாகும். இம்மீன் ஏறத்தாழ 1½ அடி நீளம் வரை



ஆஸ்டிரேஷிய மீன்

வளரக்கூடியது. பொதுவாக இம்மீன் உலகில் வெப்ப, குறை வெப்பக் கடல்களில் பரவலாகக் காணப்படு கின்றது. இம்மீன்களின் கடினமான, பெட்டி போன்ற புறப்போர்வையைக் கொண்டு இவற்றை எளிதில் இனங்கண்டறிய இயலும்.

இம்மீனின் ஓடு மூன்று விளிம்புக் கோடுகளையு டையது. இவற்றுள் முதுகுப் பக்கத்தில் நடுக்கோட் டில் உள்ளது உயர்த்தப்பட்டும், மேல் பக்கத்தில் ஒரு கூர்மையான, முக்கோண வடிவமுள்ளதாக அழுத்த முற்றும் காணப்படும். இம்மீனின் உச்சிப்பகுதி முது குப் பக்கத்தில் இடம் பெற்றுள்ளது. கண் குழியின் மேல்புறம் பொதுவாக ஒரு முள் காணப்படும். இம் முள் மேல்நோக்கியோ சற்றுப் பின்னோக்கியோ வளைந்திருக்கும். ஏறக்குறைய முக்கோண வடிவத் தையுடைய இம்மீனின் மேல்தாடையில் 12 பற்களும், கீழ்த்தாடையில் 8 பற்களும் உள்ளன. வால் துடுப்பு வட்ட வடிவமாகவோ மொட்டையாகவோ இருக்கும்.

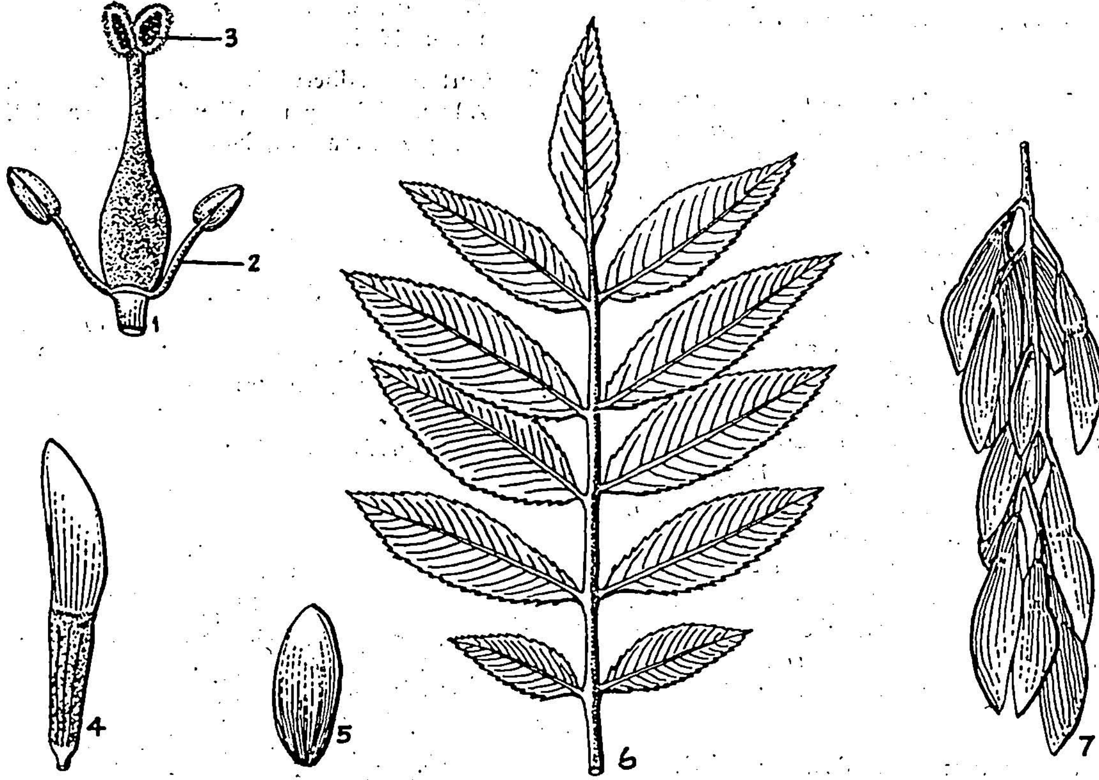
ஆஸ்டிரேஷியன் மீன் பொதுவாகப் பொன் பழுப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். வயிற்றுப்பகுதி யில் மூன்று அடர்ந்த நிறமுடைய பட்டைகளும், முதுகுத் துடுப்பின் தொடக்கத்தில் ஒரு பட்டையும் காணப்படும். இம்மீன் ஓட்டின் ஒவ்வொரு தகட்டின் மையத்திலும் வெளிர் நீலநிறப்புள்ளி ஒன்று காணப் படும். இது மட்டுமின்றி வாய்த் துடுப்பின் மேல் செங்குத்தாக இரு பட்டைகள் காணப்படும். இம் மீனின் துடுப்புகள் பொன் நிறத்தைக் கொண்டிருக் கும். இளம் ஆஸ்டிரேஷியன் மீனின் உடலின் மேல் நிறத் திட்டுகளும், பட்டைகளும் காணப்படும். மேலும் இதன் கண் குழியினின்று வாலின் முதுகுப் பக்கம் வரை ஒரு விளிம்புக்கோடு காணப்படும்.

ஆஸ்டிரேஷியன் நேசஸ் (O. nasus) எனும் இனம் ஏறத்தாழ 22 செ.மீ. வரை வளர்ந்து காணப்படு கிறது. **ஆஸ்டிரேஷியன் கார்னூட்டஸ்** (O. carnutus) போன்ற இனமும் இந்தியக் கடல்களில் காணப்படு கிறது.

ம.அ.மோ.

ஆஷ்மரம்

இது அல்லி இணைந்த (gamopetalae) இருவிதை யிலைக் குடும்பமாகிய ஓலியேசியையும் (oleaceae) ஃபிராக்சினஸ் (fraxinus) என்ற பேரினத்தையும்



ஆஷ்மரம்

1. பூ 2. மகரந்தத்தாள் 3. சூலகமுடி 4. கனி 5. விதை 6. கூட்டிலை 7. காய்களின் கொத்து (சாவிகள்)

சார்ந்தது. இந்தப் பேரினத்தில் ஏறக்குறைய 70 சிற்றினங்களுண்டு; இவற்றில் 6 சிற்றினங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன. இவை எல்லாம் வட அரைக் கோளத்தில் (N. hemisphere) குறிப்பாகக் கிழக்கு ஆசியா, வட அமெரிக்கா, மத்திய தரைக் கடல் (mediterranean) பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. நன்கு அறிமுகமான ஐரோப்பிய ஆஷ்மரம் ஃபிராக்சினஸ் எக்சல்சியர் (fraxinus excelsior) என்பதாகும்.

சிறப்புப் பண்புகள். இவை இலையுதிரக்கூடியவை. இலைகள் 2முதல்5 சோடி சிற்றிலைகளைக் (leaflets) கொண்ட கூட்டிலைகளாகும்; சிற்றிலைகள் நீள் கூர்மையானவை (acuminate); விளிம்புகள் நுனிகூர் பல்லுள்ளவை (serrate). மலர்கள் குறுகிய கதிர்களில் (racemes) இலைகள் உதிர்ந்த பிறகு தோன்றுபவை; இவை கிளைகளின் உச்சியில் தோன்றும்; ஒருபால் அல்லது இருபாலானவை. மகரந்தத் தாள்கள் இரண்டு. கனி சமாரா (samara) என்று கூறப்படுகின்ற இறகுடன் (winged) கூடிய வெடியாக் கனியாகும். இது வெளிர் சாம்பல் நிறப்பட்டையையும் கருமையான உறங்கு அரும்பையும் (dormant bud) கொண்டு ஏறக்குறைய 40 முதல் 45 மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடியதாகும். இலையுதிர் காலத்தில் இந்த மரத்தில் அழகான இறகுடன் கூடிய காய்க் கொத்துக்கள் (இவை சாவிகள் என்று கூறப்படுகின்றன) மட்டும் கிளைகளிலிருந்து தொங்குகின்ற நிலை பார்ப்பதற்கு அழகாக இருக்கும். இந்தச் சிற்றினத்திற்குப் புல்லி, அல்லி இதழ்களிரண்டும் கிடையா.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. முற்காலத்தில் இதன் பட்டையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சாறு ஈரல் சம்பந்தப்பட்ட நோய்களையும், மஞ்சள் காமாலையையும் (jaundice) குணப்படுத்தக் கொடுக்கப்பட்டது. இதன் கட்டையின் சாம்பல் தலைச்சிரங்குகளுக்கு மருந்தாகப்பயன்பட்டது. மன்னா ஆஷ் (f. ornus; manna ash) மரத்தின் பட்டையை நீக்கிய பிறகு வெளிப்படுகின்ற மஞ்சள் நிறச் சாறு ஓரளவிற்குப் பேதி மருந்தாகப் (purgative) பயன்படுகின்றது. ஐரோப்பிய ஆஷ் மரத்தின் கட்டை கடினமானது, பூச்சிகளால் சேதமடையாதது. நீடிக்குந்தன்மை உடையது. ஈட்டிகள் (spears), கோச்சு, இரும்பு வண்டிப்பெட்டிகள் (wagons) கருவிகள் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இம்மரம் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றது.

எ. கோ.

நூலோதி

1. Clarke, C. B., Hook. F. Fl. Br. Ind. London 1882.
2. The Wealth of India, CSIR Publication, New Delhi, 1956.

இ

இ (e)

பல கணித வாய்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் 'e' என்ற குறியீட்டினை, 1731-ஆம் ஆண்டு லியனார்டு ஆயிலர் (Leonhard Euler) என்ற கணித அறிஞர் கணிதவியலில் பயன்படுத்தி, அதன் தோராய மதிப்பு 2.71828 என்று குறிப்பிட்டார். 1973 ஆம் ஆண்டு, பிரஞ்சு நாட்டுக்கணித அறிஞர் சார்லஸ் ஹெர்மைட் (Chares Hermite) என்பவர் 'e' ஒரு விகிதமுறா எண் (irrational number) என்றும், விகிதமுறு கெழுக்களையுடைய எந்த இயற்கணிதச் சமன்பாட்டிற்கும், மூலம் (root) ஆக அமையாத அதிஇயல் எண் (transcendental number) என்றும் கண்டுபிடித்தார். இது கணித வரலாற்றில் மிக முக்கியத்துவம் உடையதாகும்.

அடுக்குக்குறிகள் (exponentials), மடக்கைகள் (logarithms), இவைகளைச் சார்ந்த நுண்கணித (calculus) வாய்பாடுகளில், 'e' யினை அடிக்குறியாகக் கொண்ட இயற்கை மடக்கை (natural logarithm) யினைப் பயன்படுத்தக் கிடைக்கும் வாய்பாடுகள் பத்தினை (ten) அடிக்குறியாகக் கொண்ட நேப்பியர் மடக்கையினை (naperian logarithm) விட எளிமையாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, $Log_e x$ இன் வகைக்கெழு $\frac{1}{x}$ ஆகும். ஆனால் $Log_{10}x$ இன் வகைக்கெழு $\frac{1}{x}\log_{10} e$ எனக் கணக்கிடப்படும். மேலும்,

$$e = \operatorname{Lt}_{n\to\infty}\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \cdots\cdots$$

$$e = 1 + \cfrac{2}{+\cfrac{1}{6 + \cfrac{1}{10 + \cfrac{1}{14 + \cdots\cdots}}}}$$

என்றும் e வரையறுக்கப்படுகின்றது.

$e = 2.718281828459045$ என e-இன் மதிப்பு பதினைந்து தசமம் (decimal) வரை குறிப்பிடுகின்றனர். இம்மதிப்பு, பதினைந்து தசமத்திற்கு மேலும் தற்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பகுப்பாய்விலும் (analysis), பயன்முறைக் கணிதத்திலும் (applied mathematics), அதிகமாகப் பயன்படும் சார்பு $e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \ldots \frac{x^n}{n!} + \ldots$ ஆகும். இது அடுக்குக்குறிச் சார்பு என குறிப்பிடப்படும்.

$$\operatorname{Sin} h\, x = \frac{e^x \quad e^{-x}}{2} ; \operatorname{Cos} h\, x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

போன்ற அதிவளையச் சார்புகளும் 'e' மூலம். கணக்கிடப்படுகின்றன. $Y = C \operatorname{Cosh} \frac{x}{c}$ என்ற சமன்பாட்டிற்கு ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் கிடைக்கும் வளைவு, கயிற்று வளையம் (catenary) ஆகும். $i^2 = -1$ என்ற தன்மையுடைய i என்ற கற்பனை எண்ணைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடப்பட்ட

$$\operatorname{Sin} x = \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i},\ z \cos x = \frac{e^{ix} + e^{ix}}{2}$$

வாய்பாடுகளிலிருந்து கிடைக்கப் பெற்ற வாய்பாடு $e^{ix} = \operatorname{Cos} x + i \operatorname{Sin} x$ ஆகும். இவ்வாய்பாடு ஆயிலர் வாய்பாடு எனப்படும். இதிலிருந்து நிறுவப்படும் $(\operatorname{Cos} x + i \sin x)^m = (\operatorname{Cos} mx + i \sin mx)$ என்ற தே மாவரின் (de moivre's) வாய்பாடு, கோண அளவியலில் முக்கியத்துவம் பெற்ற ஒன்றாகும். இவ்வாறாக 'e' கணிதவியலில் பல பிரிவுகளில் பயன்படுகிறது.

ப.க.

இக்கேரியாத் தீவு

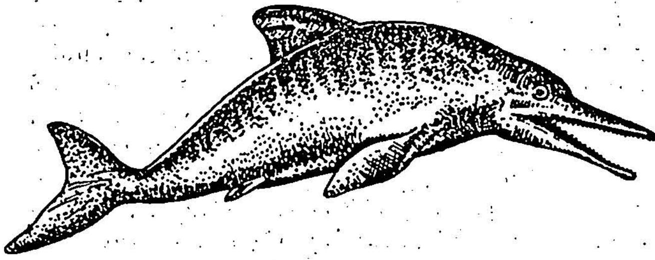
துருக்கி நாட்டுக்கு அருகிலுள்ள ஸ்போராடசில் ஒன்றாகிய இக்கேரியாத் தீவு (Ikaria island) தென் கிழக்குக் கிரீசில் அமைந்துள்ளது. மலைகளைக்

கொண்ட இத்தீவின் பரப்பளவு 260 சதுர கி. மீ. ஆகும். இத்தீவில் இரும்பு, தாதுப் படிவங்கள், வெள்ளிக் கனிமம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. இக்காரஸ என்ற கிரேக்கர் இத்தீவிற்கு அருகிலுள்ள கடலில் விழுந்ததாகக் கிரேக்கப் பழங்கதைகள் கூறுகின்றன.

ம. அ. மோ.

இக்தியோசார்

சுறா மீன்களைப் போன்ற தோற்றமுடன் கடலில் வாழ்ந்து மறைந்து போன மீன் ஊர்வன விலங்குகள் இக்தியோசார்கள் (icthyosaurs) எனப்படுகின்றன. 200 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட நடுடிரையாசிக் காலத்தில் வாழ்ந்த இவற்றின் புதைபடிவங்கள் (fossils) அமெரிக்காவில் கிடைத்துள்ளன. அவை, ஓரக்கடல் பகுதிகளில் வாழ்ந்தவை எனக் கூறுவதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன. பின்னர், இவை இன்றைக்குச் சுமார் 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட ஜுராசிக் (jurassic), கிரேட்டேசியஸ் (cretaceous) காலங்களில் முற்றிலும் கடல்வாழ் விலங்குகளாக அதிக எண்ணிக்கையில் பரவியிருந்தன. அவற்றின் புதைபடிவங்கள் ஆப்பிரிக்காவைத் தவிர ஏனைய கண்டங்களில் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாகத் தெற்கு ஜெர்மனிப் பகுதிகளில் இக்தியோசார்களின் முழு உருவப்புதைபடிவங்கள் கிடைக்கின்றன. இவை நீர்வாழ்வுக் கேற்ற முழுமையான தகவமைப்புகள் பெற்றிருந்தன.



இக்தியோசார்

இக்தியோசார்களின் உடல் நீளம் 1 மீட்டர் முதல் 9 மீட்டர் வரை இருந்தது. மீன் போன்ற உடலுருக்கொண்ட இக்தியேசாரஸ் (icthyosaurus) எனப்படும் 3 மீ. நீளமுள்ள பொதுவினம் ஜுராசிக் காலத்திய படிவுப் பாறைகளில் காணப்படுகிறது. இதன் தலையுடன் உடல் இணையுமிடத்தில் தெளிவான கழுத்துப் பகுதி இல்லை. இக்தியோசாரஸின் மண்டையோடு (skull) நீளமானது. நீண்ட தாடைகளில் (jaws) கூர்மையான பற்கள் (teeth) இருந்தன. கண்கள் பெரியவை; சுவாசத்துளைகள் (nostrils) மண்டையோட்டின் மேற்பகுதியில் உச்சியில் அமைந்திருந்தன. இவை இவற்றின் நீர்வாழ்வுக்கேற்ற முக்கிய தகவமைப்புகளாகும். கால்கள் நீரில் நீந்துவதற்கு ஏற்பத் துடுப்புகளாக (paddles) மாறியிருந்தன. இவை பெரிய வால்துடுப்பின் (fail fin) உதவியால் உடலை வளைத்தும் நீரில் நீந்தியும் வாழ்ந்தன. வால் துடுப்பு இரு மடல்களையுடையது. கீழ்ப்புறமாக வளைந்த முதுகெலும்புத்தொடர், வால் துடுப்பின் கீழ்ப்பகுதிக்கு ஆதாரமாகத் திகழ்ந்தது. இவை பெரிய மீன்களையும் மற்ற கடல் வாழ் உயிரிகளையும் உண்டு வாழ்ந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. இக்தியோசார்களின் வயிற்றில் கணவாய் மீன்களின் (cuttle fish) உடற்பகுதிகளும் மையும் (ink) காணப்பட்டன. வயிற்றில காணப்பட்ட சிறிய எலும்புப் பகுதிகள், அவற்றின் இனத்தையே சேர்ந்த விலங்குகளை உண்ட எஞ்சிய பகுதிகளாகக் கருதப்பட்டன. ஆனால் தற்போது அவை அவற்றின் குட்டிகளின் உடற்பகுதிகளே என்றும், தாயின் உடலிலிருந்து பிரிந்து வரும்போது இறந்திருக்கலாம் என்றும் கருதப்படுகிறது.

இக்தியோசார்கள் வெற்றிகரமாக நீரில் வாழ்வதற்கான அனைத்துத் தகவமைப்புகளையும் பெற்றிருந்தன. அவை நீரை விட்டு நிலப்பகுதிக்கு வந்திருந்தால் இன்று கடலிலிருந்து கரையில் ஒதுங்கும் கடற்பன்றிகளையும் (porpoises) திமிங்கிலங்களையும் (whales) போன்று உதவியற்ற நிலையில் இருந்திருக்கும். அவை நீரில் எளிதாக இனப்பெருக்கம் செய்யத் தக்க முறை ஒன்றை மேற்கொண்டிருந்திருக்க வேண்டும்.

இக்தியோசார்களில் காணப்படும் தகவமைப்புகள் முன் இடைஉயிர் ஊழிக்காலத்து விலங்குகள் சிலவற்றிலும் காணப்பட்டன. இவை பலவகை உணவுப் பழக்கங்களை மேற்கொண்டன. சில, மெல்லுடலிகளை (mollusks) உண்டன. அவற்றின் பற்கள் தட்டையாக மெல்லுடலிகளின் ஓட்டை உடைத்து நொறுக்குவதற்கேற்றவாறு இருந்தன. மற்றும் சிலவற்றில் கீழ்த்தாடை குட்டையாகவும் மேல்தாடை நீளமாகவும் கூர்மையாகவும் இருந்தன. இடையுயிர் ஊழியின் முடிவில் இக்தியோசார்கள் எண்ணிக்கையில் குறைந்து கொண்டே வந்து புதுவுயிர் ஊழியின் முடிவில் அற்றுப்போயின.

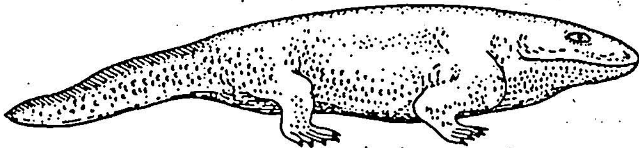
கௌ.ஜெ.

இக்தியோஸ்ட்டீகா

பின் டெவோனியன் (late devonian) காலத்தில் (375 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்) வாழ்ந்த ஆஸ்ட்டியோலிப்பிடுகள் (osteolipids) எனப்படும் சில கதுப்புத்துடுப்பு மீன்கள் (crossopterygii, lobe-finned fishes) நீர்நிலைகளைவிட்டுநிலத்திற்குச்செல்லலாயின. இம்மீன்கள் அதுவரை வாழ்ந்து வந்த நீர்ச்சூழலி

லிருந்து நிலச்சூழலுக்கு வந்த செயல், விலங்குப் பரிணாம வரலாற்றில் ஏற்பட்ட குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சிகளில் மிக முக்கியமானதாகும். ஆஸ்ட்டியோ லிப்பிடுகள் ஓரளவு காற்றைச் சுவாசித்து வாழ்ந்த மீன்கள். இவற்றின் அமைப்பில் தொடக்ககால இரு வாழ்விகளின் பண்புகள் சிலவற்றைக் காணமுடி கிறது. இம்மீன்களே நிலவாழ்விற்கேற்ற தகவமைப்பு களாகிய காற்றுச் சுவாசம், தரைமேல் நகர்தல் முதலியபண்புகளைப்பெற்றுத் தொடக்ககால முதிரா நிலை (primitive) இருவாழ்விகளாகப் பரிணமித்தன.

பின் டிவோனியன் காலத்தில் பெரும் வறட்சி நிலவி, சிறிய நீர்நிலைகள் வற்றிப் போனமையால் அங்கு வாழ்ந்த கதுப்புத்துடுப்பு மீன்களாகிய ஆஸ்ட் டியோலிப்பிடுகள் தொடர்ந்து வாழ்வதற்காகப் புதிய ஆறுகள், குளங்கள், ஏரிகளைத் தேடி நிலத் தின் வழியாகச் செல்ல வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டிருக்கலாம்; அல்லதுஉணவு தேடுவதற்காகக் கூட அம்மீன்கள் நிலத்திற்குச் சென்றிருக்கலாம். டிவோனியன் காலம் முடிந்து மிசிசிபியன் காலம் (missisipian period) தொடங்கிய காலக் கட்டத்தில் முதல் இருவாழ்விகள் பரிணமித்துத் தோன்றின. பரிணாம முதிர்ச்சியுற்ற கதுப்புத்துடுப்பு மீன்களுக் கும் தொடக்ககால இருவாழ்விகளுக்கும் இடைப் பட்ட நிலையைக் காட்டும் தொடக்ககாலஇருவாழ்வி களின் புதைபடிவங்கள் (fossils) கிரீன்லாந்து நாட் டின் டிவோனியன் கால ஆற்றுப்படுகைப் படிவுப் பாறைகளிலிருந்து அகழ்ந்தெடுக்கப்பட்டன. இந்த அறுப்போன (extinct) இருவாழ்விகள், இக்தியோ ஸ்ட்டீகைடுகள் (ichthyostegids) எனப்படுகின்றன. இப்பிரிவில் இக்தியோஸ்ட்டீகா (ichthyostega), இக்தியோஸ்ட்டீகோப்சிஸ் (icthyostegopsis) என்னும் இரண்டு இனங்கள் உள்ளன. இதுவரை அகழ்ந் தெடுக்கப்பட்ட இருவாழ்விப் புதைபடிவங்களுள் இவையே காலத்தால் முற்பட்டவை. இவை கார் பானிபெரஸ் (corboniferous), பெர்மியன் (permian) காலங்களை உள்ளடக்கிய 100 மில்லியன் ஆண்டுக் காலம் உயிரியல் சிறப்புடன் வாழ்ந்து அற்றுப் போயின. இவற்றிலிருந்துதான் இன்றைய இருவாழ் விகளும், ஊர்வனவும் பரிணமித்துத் தோன்றின.



இக்தியோஸ்ட்டீகா

இக்தியோஸ்ட்டீகா நமக்குத் தெரிந்த இருவாழ் விகளுள் மிகத் தொன்மையானதாகும். இது மீன் அமைப்பிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டு நான்குகால் விலங்குகளின் பண்புகளைப் பெருமளவு பெற்றிருந் தது. இதன் மண்டையோடு இருவாழ்விகளின் பண்பு களைத் தெளிவாகக் காட்டினாலும், அதில் மீன் மூதாதைகளின் தன்மைகள் பலவும் இருந்தன. இக்தி யோஸ்ட்டீகா கிட்டத்தட்ட 80 செ.மீ. நீளம்வரை வளர்ந்திருக்கலாம். அதன் மண்டையோடு 15 செ.மீ. நீளமிருந்தது. மண்டையோட்டின் மேற்பக்க எலும் பமைப்பு கதுப்புத்துடுப்பு மீன்களின் உள்ளதைப் போல இருந்தது. மீன்களின் மண்டையோட் டில் கண்-முன்பகுதியின் (rostral position) நீளம் குறைவாகவும்; கண்-பின்பகுதியின் நீளம் அதிகமாக வும் இருக்கும். ஆனால் இருவாழ்விகளில் கண்-முன் பகுதியின் நீளம் அதிகமாகவும் கண்-பின்பகுதியின் நீளம் குறைவாகவும் காணப்படும். இக்தியோஸ்ட்டீ காவின் மண்டையோட்டில் கண்-பின்பகுதி குறை வாகவும் கண்-முன்பகுதி நீளமாகவும் இருந்தது. நாசித்துளை அமைப்பு, கதுப்புத்துடுப்பு மீன்களில் காணப்படுவதைவிடச் சற்று மேம்பாடடைந்த நிலை யில் இருந்தது. வெளிநாசித்துளைகள் மேலண்ணத் திற்கு முன்னால் இருந்தன. மாக்சில்லரி (maxillary) எலும்புத் தகடு, நாசிக்குழியை வெளித்துளை, உள் துளை எனப் பிரித்து, நாசிக்குழியின் அடித்தளமாக வும் அமைந்திருந்தது. குறுகிய மண்டையோடு, அகன்ற முகவாய், நீளமான கண்-பின்பகுதி, செவுள் மூடி-முன்தகடு (preopercular plate) ஆகிய மீன் பண் புகளும் இவற்றில் காணப்பட்டன. இக்தியோஸ்ட்டீ காவின் கபாலப் பின்சட்டகத்திலும் மீன் பண்பு களும் இருவாழ்விப் பண்புகளும் கலந்து காணப்பட் டன. முதுகெலும்பு அமைப்பு, கதுப்புத்துடுப்பு மீன் களில் உள்ளதைப்போலவே இருந்தது; மேலும் வால் பகுதியிலுள்ள முள்ளெலும்புகளில் வால் துடுப்பைத் தாங்குவதற்கான துடுப்பு இரைகள் (fin rays) இருந்த தன. ஆனால் தோள் வளையமும் (pectoral girdle) இடுப்பு வளையமும் (pelvic girdle) நன்கு வளர்ச்சி யுற்று வலுப்பெற்றுக் கால்கள் அசைவதற்கு ஏற்ப அமைந்திருந்தன. இக்தியோஸ்ட்டீகைடுகள் பல மீன் பண்புகளைப் பெற்றிருந்தாலும் சிறப்பான மாற்றங் கள் பெற்று இருவாழ்விப் பரிணாம வழியில் பெரு மளவு சென்றுவிட்டன. இது தொடக்க கால இரு வாழ்விகளின் முதிராநிலையைக் காட்டுகிறது.

நூலோதி கௌ.ஜெ.

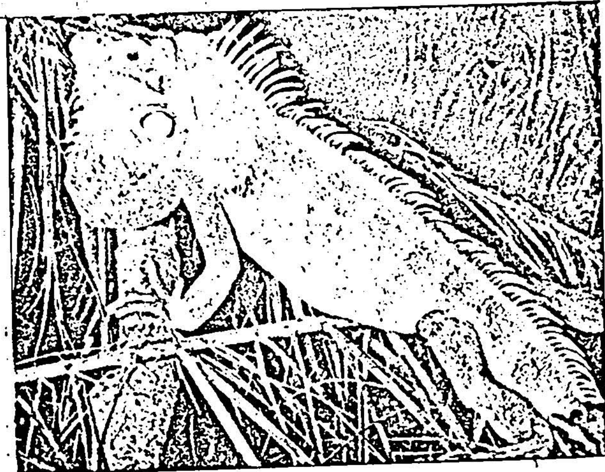
1. Colbert, E.H., Evolution of the Vertebrates, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1976.
2. Young, J.Z.. The Life of the Vertebrates, Oxford University Press, London, 1950.

இருவானா

ஊர்வன வகுப்பில் ஸ்குவாமேட்டா (squamata) வரிசையில் சாரியாத் (sauria) துணைவரிசையைச் சேர்ந்த குடும்பமான இகுவானிடேயில் (iguanidae)

உள்ள 5 துணைக்குடும்பங்களில் இகுவானினேயும் (iguaninae) ஒன்று. இகுவானிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஊர்வன யாவும் இகுவானிடுகள் என வழங்கப்பட்டாலும் இகுவானினே துணைக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையே இகுவானாக்கள் (iguanas) என அழைக்கப்படுகின்றன. இகுவானாக்கள் பலவகைப் பட்ட வாழிடங்களில் வாழ்கின்றன. இகுவானிடுகளிலே இகுவானாக்கள் உருவத்தில் பெரியவை. இவை மத்திய அமெரிக்காவில் மிகுதியாகவும் சில இனங்கள் வட, தென் அமெரிக்கப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன மேலும் 2 இனங்கள் காலப் பேகோஸ் தீவிலும் ஓர் இனம் ஃபிஜி, ட்டோங்கா தீவுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

வெளிர்பச்சை நிறமான பச்சை இகுவானா (common iguana or green iguana, *Iguana iguana*) மெக்சிக்கோவிலிருந்து மத்திய பிரேசில் வரையுள்ள பகுதிகளிலுள்ள காடுகளில் காணப்படுகிறது; இது ஆற்றோரங்களில் நீர்ப்பரப்புக்கு மேலே நீட்டியுள்ள கிளைகளில் வாழ்கிறது. இடையூறு ஏற்பட்டால் மரக் கிளைகளிலிருந்து தண்ணீரிலோ தரையிலோ குதித்து வெகுவேகமாக நீந்தியோ ஊர்ந்தோ சென்று மறைந்துகொள்ளும். இது 2.2மீ. நீளம் வளரக்கூடியது. ஆண் இகுவானாவில் 8 செ.மீ. வரை வளரக்கூடிய வரைமுகடு (crest) காணப்படுகிறது. ஆண் இகுவானா பெண்ணைவிட உருவில் பெரியது. ஆண், பெண் ஆகிய இரண்டிலும் தொங்கு தாடையமைப்பும் (dewlap) தொடைத்துளைகளும் (femoral pores) உள்ளன. முதிர்விலங்குகள் தாவரப் பகுதிகளையும், சிறிய இகுவானாக்கள் சிறு விலங்குகளையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. சூழ்நிலை குளிர்ச்சியடையும்போது மரத்தைவிட்டுத் தரைக்கு இறங்கிவந்து மரத்துண்டுகளுக்கடியிலும் பொந்துகளிலும் பதுங்கிக்கொள்ளும். இடையூறு செய்யும் எதிரிகளை வாலைச்சுழற்றி வீசி வலுவாகத் தாக்கும். பெண் இகுவானா மணலைத்தோண்டிக் குழிகளில்



படம் 1. பச்சை இகுவானா

முட்டையிடும். இது ஒரு முறையில் 20-70 முட்டைகளை இட்டு அவற்றை மணலைக்கொண்டு மூடிவிடும். சீரான வெப்பநிலையில் 2 மாதங்களுக்குப் பின் முட்டைகள் பொரிந்து சிறு இகுவானாக்கள் வெளிவருகின்றன. பச்சை இகுவானா ஏறக்குறைய 10 ஆண்டுகள் உயிர்வாழும். கொலம்பியாவில், வறண்ட பகுதிகளில் வாழும் இகுவானாக்களுக்கு ஆண்டின் வறட்சியான பருவங்களில் போதிய தாவர உணவு கிடைப்பதில்லை. ஆகையால் முதிர்ந்த இகுவானாக்கள் எடை குறைந்து மெலிந்துவிடுகின்றன. இளைய இகுவானாக்கள் பூச்சிகளைப் பிடித்து உண்கின்றன. மழைக்காலத்தில் முதிர்ந்த இகுவானாக்கள் தாவர உணவை உண்டு, கீழ்த்தாடைப் பகுதியிலும் கழுத்துப் பகுதியிலும் கொழுப்பைச் சேமித்து வைத்து, வறண்ட பருவங்களில் பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன. அமெரிக்கப் பகுதிகளில் பச்சை இகுவானாக்கள் மிகுதியாக வேட்டையாடப்படுகின்றன. மேற்கிந்திய இகுவானா (West Indian Iguana, *Iguana delicatissima*) கரீபியன் தீவுகளில் காணப்படுகிறது.

பச்சை இகுவானா, அண்மையில் மேற்கிந்தியத் தீவுகளுக்குப் பரவி அங்கு ஏற்கனவே வாழ்ந்துவரும் சைக்லுரா (cyclura) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த இகுவானாக்களைவிட மிகுதியாகப் பெருகிவிட்டன. இந்தப் பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த இகுவானாக்கள் பெரிய, வலுவான, இருபக்கமும் தட்டையான உடலையுடையவை.



படம் 2. காண்டாமிருக இகுவானா

காண்டாமிருக இகுவானா (rhinoceros iguana, *cyclura cornuta*). ஹெய்ட்டியின் (haiti) வறண்ட இடங்களில் புதர்களிலும் சப்பாத்திக் கள்ளிகளுக்கிடையிலும் வாழ்கிறது. இதன் தலையின் முன்புறத்தில் 3 கொம்பு போன்ற செதில் நீட்சிகள் உள்ளன.

ஃபிஜி, ட்டோங்கோ ஆகிய தீவுகளில் காணப்படும் ஃபிஜித் தீவு இகுவானா (fijian iguana, *brachy-*

ophus fasciatus), 90 செ.மீ. நீளமானது. பெண் இருவானா பச்சை நிறமானது; ஆணின் உடலில் வெளிர் நிறப்பட்டைகளும் கழுத்துப் பகுதியில் வெளிறிய புள்ளிகளும் காணப்படுகின்றன. இந்த இனமும் தாவரவுண்ணியே. இந்தத் தீவுகளில் மரங்கள் அழிக்கப்பட்டு வருவதால் இவற்றின் எண்ணிக்கை குறைந்து வருகிறது.

அமெரிக்கப் பகுதிகளில் ட்டீனோசாரியா (ctenosauria) பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த ஏறக்குறைய 10 இனக் கருப்பு இருவானாக்கள் காணப்படுகின்றன. இவை 1 மீட்டர் நீளம்வரை வளரக்கூடியவை. இளமையில் பச்சை நிறமாகவும், முழு வளர்ச்சியடைந்த பின் கருநிறத்துடனும் காணப்படுகின்றன. இவை பக்கங்களில் தட்டையான உடலுடையவை. முட்செதில் வளையங்களைக் கொண்ட வால், வலுவான தற்காப்புக் கருவியாகப் பயன்படுகிறது. இவை தாவரங்களையும் சிறு விலங்குகளையும் உணவாகக் கொள்கின்றன.

பாலைவன இருவானா (desert iguana, *diplosaurus donsalis*) தென்மேற்கு அமெரிக்காவின் வறண்ட பகுதிகளில் மணல்சார்ந்த, கற்கள் சார்ந்த, களிமண்ணுள்ள இடங்களில் காணப்படுகிறது. இதன் உருளை வடிவ, வெளிர்சாம்பல் நிற உடலில் பழுப்பு நிறக் குறுக்குக் கோடுகள் உள்ளன. இடையூறு நேரும்போது பேரோசை எழுப்பிக்கொண்டு மணிக்கு 25 கி.மீ. வேகத்தில் ஓடும். தரையில் பள்ளம் தோண்டியோ, தரை அணில்கள் தோண்டும் பள்ளத்திலோ பதுங்கிக்கொள்ளும்.

சக்வாலா (chuckwallia, *sauronalus ater*), தென் மேற்கு அமெரிக்காவில் பரவியுள்ளது. இதன் அகன்ற, தட்டையான உடலின் கழுத்துப் பகுதியிலிருந்து வாலின் அடிப்பகுதி வரை இரு பக்கங்களிலும் தோல் மடிப்புகள் உள்ளன. இளைய, பெண் இருவானாக்கள் அடர்ந்த நிறக் குறுக்குப் பட்டைகளுடன் கூடிய மஞ்சள் அல்லது பசுமையோடு கூடிய சாம்பல்நிற உடலுடையவை. ஆண் சக்வாலாவின் உடலின் முன்பகுதியும் கால்களும் கறுப்பாகவும் உடலின் நடுப்பகுதி வெளிர்சாம்பல் அல்லது சிவப்பு நிறமாகவும், வால் வெளிர்மஞ்சள் நிறமாகவும் உள்ளது. இடையூறு நேரும்போது பாறை இடுக்குகளில் நுழைந்து உடலை நீட்டிப் பாறையோடு பிரித்தெடுக்க முடியாதவாறு அழுத்தமாக ஒட்டிக்கொள்கிறது.

காலப்பேகோஸ் தீவுகளில் 2 பெரிய இருவானா இனங்கள் காணப்படுகின்றன. ஒன்று நிலவாழ் இருவானா (land iguana, *conolophus subcristatus*), மற்றொன்று கடல் இருவானா (marine iguana, *amblyrhynchus cristatus*) நில இருவானா, 1 மீ. நீளமுள்ளது; திண்மையான உருளைவடிவ, மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறமான உடலுடையது. 1835 ஆம் ஆண்டு டார்வின் காலப்பேகோஸ் தீவுகளுக்கு வந்தபோது அங்கு கூட்டங்கூட்டமாகக் காணப்பட்ட இந்த நில இருவானாக்கள் தற்போது பல தீவுகளில் அற்றுப் போய்விட்டன. பேரிங்கட்டன் தீவில் (Barrington island) அண்மைக்காலமாக முதிர்ந்த இருவானாக்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இளம் இருவானாக்களைப் பருந்துகள் வேட்டையாடி விடுகின்றன. இவற்றின் அழிவுக்கு மறைவிடங்கள் அழிக்கப்பட்டதே காரணமாகும்.



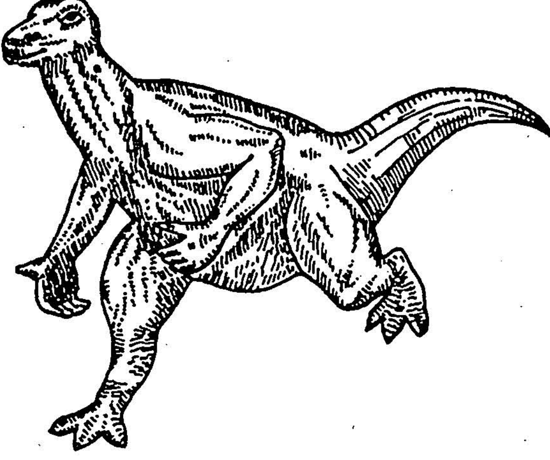
படம் 3. கடல் இருவானா

கடல் இருவானா, பாறைகளில் படிந்துள்ள பாசிகளையும் தாவரங்களையும் உண்டு வாழ்கிறது. இதனால் உடலினுள் செல்லும் அதிகப்படியான உப்பு நாசித் துளைகளிலுள்ள சுரப்பிகள் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. நீரில் கால்களைப் பயன் படுத்தாமல் உடலையும் வாலையும் பாம்புபோல் வளைத்து, எளிதாகவும் விரைவாகவும் நீந்திச்செல்லும். கடல் இருவானா இனத்தைச் சேர்ந்த 7 உள்ளினங்கள் வெவ்வேறு தீவுகளில் வாழ்கின்றன. மனிதர்களின் குடியிருப்புகளின் அருகில் கடல் இருவானாக்களின் எண்ணிக்கை மிகவேகமாகக் குறைந்து வருகிறது.

கௌ.ஜெ.

இருவானோடான்

இடைஉயிர் ஊழிக் காலத்தில் (mesozoic era) வாழ்ந்து அற்றுப்போன, பெரிய உருவமுள்ள டைனோசார்கள் (dinosaurs) எனப்படும் பெரும் பல்லி இனங்களுள் இருவானோடானும் (iguanodon) ஒன்றாகும். இதன் புதைபடிவங்கள் (fossils) பின் ஜுராசிக் (late jurassic) மற்றும் முன் கிரெட்டேஷியஸ் (early cretaceous) காலப்படிவுப் பாறைகளில் ஐரோப்பா, வட ஆப்பிரிக்கா, மற்றும் கிழக்கு ஆசியப் பகுதிகளில் கிடைக்கின்றன. இதன் உடல் 10 மீ. நீளமிருந்தது; தலை தரையிலிருந்து 4 மீ. உயரத்தில்



இகுவானோடான்

இருந்தது. இருகால் நடைப் பழக்கம் (bipedality) பெற்றிருந்த இவ்விலங்கின் பின்னங்கால்கள் நன்கு வளர்ச்சியுற்றிருந்தன. நீண்ட உறுதியான வாலைத் தரையில் ஊன்றிக்கொள்ளவும் உடலைத் தரையில் நிலைப்படுத்தவும் இவை துணையாக அமைந்திருந்தன. முன்னங்கால்களின் கூர்மையான பெருவிரல் மற்ற விரல்களுக்குச் செங்குத்தாக அமைந்திருந்தது. இகுவானோடான் ஒரு தாவரவுண்ணி; பற்களின் விளிம்புகள் கூர்மையாக இருந்தன. முதன்முதல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு நன்கு ஆய்வுசெய்யப்பட்ட டைனோசார்களில் இகுவானோடானும் ஒன்று. இவற்றின் புதைபடிவங்கள் சில, ஒரே இடத்தில் கூட்டமாகக் கிடைக்கின்ற நிலை, இவை மந்தையாக வாழ்ந்ததைக் காட்டுகிறது. இவை நீர்நிலைகளையடுத்து வாழ்ந்திருக்கலாம்; இடையூறு ஏற்படும் நேரங்களில் ஓடைகளிலோ ஏரிகளிலோ பாய்ந்து சென்று தப்பித்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

கௌ.ஜெ.

இசைக்கருவிகள்

இசையை உலகப் பொதுமொழி என்று கூறலாம். இசையொலியைஅதன் இனிமையினாலும் தனிப்பட்ட அளவீட்டு முறையினாலும் மற்ற ஒலியிலிருந்து எளிதாகப் பிரித்து அறியலாம். இசையொலியானது ஒரே சீரான தனியலை உள்ள சுரமுடையதாகவோ பல அதிர் வெண்கள் கலந்த இசையலைகள் உள்ள சுரக் கலவையாகவோ அமையும். இசையானது அன்றாட வாழ்க்கையில் நமக்குப் பல விதங்களில் இன்றியமையாதது.

இசைச் சுரங்களின் பகுப்பாய்வில் சுருதி (tone), செறிவு (pitcher), சுரப்பண்பு (timber) ஆகிய மூன்றும் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. சுருதி சுரத்தின் கீச்சொலியைக் குறிக்கிறது. சுருதியானது சுரத்தின் (note) அதிர்வெண்களைப் பொறுத்து அமையும். செறிவு அல்லது உரப்பு, சுரத்தின் சுருதிப் பருமனைப் பொறுத்து அமைகிறது. மேலும் செறிவுஎன்பது இசைக் கருவியின் அதிர்வு வீச்சைப் பொறுத்தது. இசையொலியானது ஒரே சீரான சுருதியிலும் செறிவிலும் இருப்பின், சுரப் பண்பின் மூலம் சுரங்களைப் பிரித்து அறியலாம். மேலும் சுரப்பண்பானது இசைக் கருவியைப் பொறுத்தும் அதைக் கையாளக்கூடிய விதத்தைப் பொறுத்தும் ஏற்படுகின்ற அதிர்வைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். ஒலியில் உரப்பெல்லாம் பெரும்பாலும் சுருதியையே சாரும்.

பலவகைப் பிரிவுகள். சரியான முறையில், குறிப்பிட்ட சுரவரிசைகளில் ஒலியினை எழுப்பிக் கேட்பவருக்கு இனிமையை அளிக்கும் ஒலிக்கருவிகள் இசைக்கருவிகள் (musical instruments) எனப்படும்.

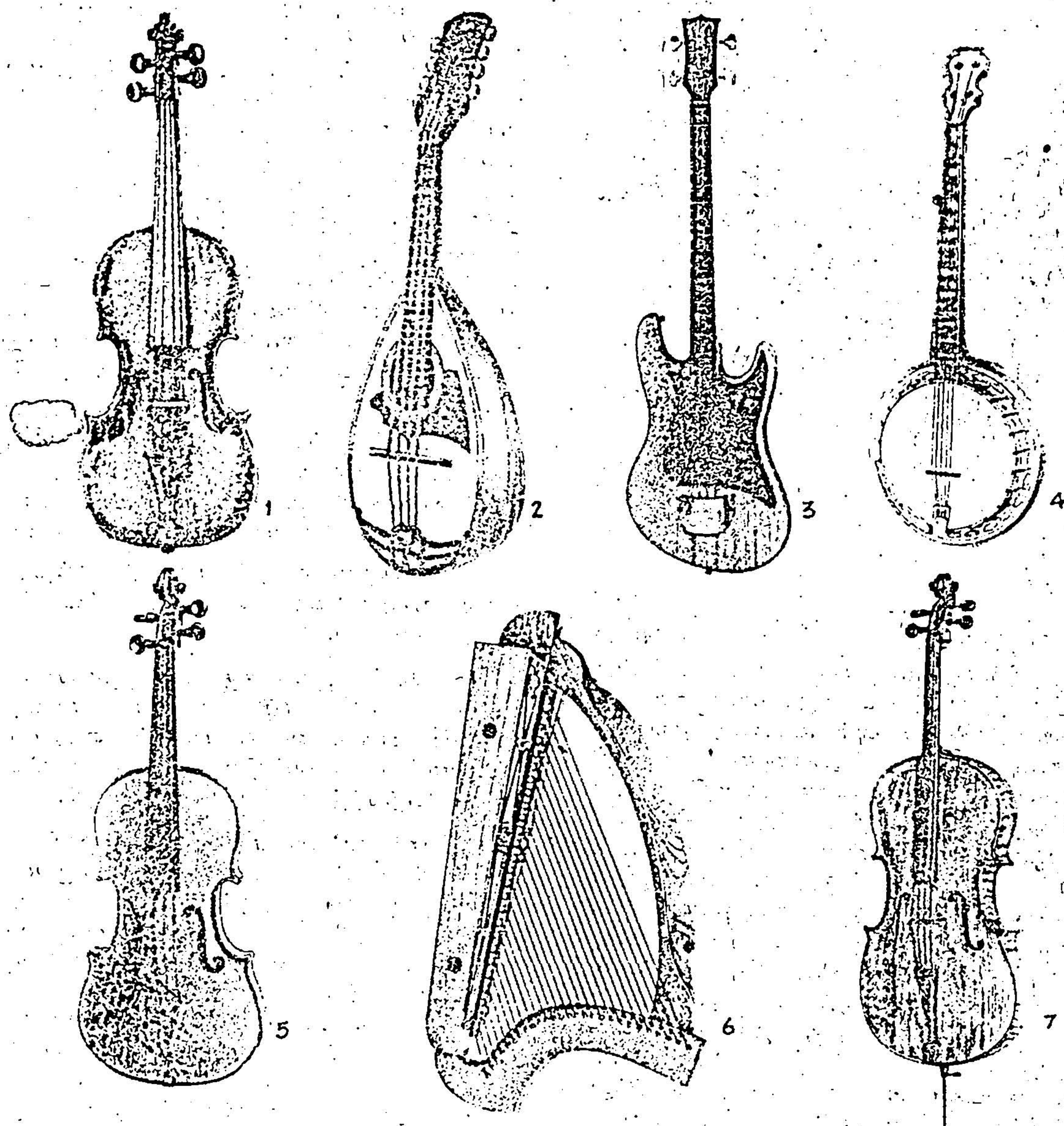
இசைக்கருவியின முக்கிய பகுதிகளையும், அதன் பிரிவுகளையும் இயற்பியல் கண்ணோட்டத்தில் வரையறை செய்யலாம்.

ஒவ்வொரு இசைக்கருவியின் முக்கிய பகுதியாவன, இயக்கி (இது ஒலியை எழுப்புகிறது) அதிரும் பகுதி, கையாளப்படும் எந்திர நுட்பம் (இதனால் வேண்டிய இசைச் சுரங்களை வேண்டும் போது ஏற்படுத்தலாம்,) என்பனவாகும்.

இசைக்கருவிகளைப் பிரித்தறிய ஒருசில தனிப் பண்புகள் உள்ளன. அவை, கருவி எழுப்பக்கூடிய அதிர்வெண்களின் நெருக்கம் அல்லது கருவியின் வரம்பு, கருவியின் சுர வரிசை, கருவி எழுப்பும் சுரங்களின் நயம் சுரங்களின் தொடக்கத்திலும், முடிவிலும் எழும் இரைச்சல்கள், தேவைக்கேற்பச் சுரம் நீடிக்கும் காலத்தில் உண்டாகும் தவிர்க்க முடியாத செறிவு மாற்றங்கள், சுரங்களின் பண்புகள், ஒரு சுரத்தை அல்லது ஒரே சமயத்தில் பல சுரங்களை எழுப்புவதற்கான கருவியின் திறமை முதலியனவாகும்.

மேலே சொல்லப்பட்ட தனிப்பண்புகளைக் கொண்டு இசைக்கருவிகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை நரம்பு அல்லது கம்பி இசைக் கருவிகள் (stringed instruments), காற்று இசைக் கருவிகள் (wind instruments), தோல் இசைக்கருவிகள் (percussion instruments) என்பனவாகும்.

நரம்பு அல்லது கம்பி இசைக்கருவிகள். நரம்பு இசைக்கருவிகளை இயக்கும் முறையைக் கொண்டு, அதனை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை மீட்டப்படும் கம்பி இசைக்கருவிகள் (plucked string instruments), வில்லதிர்வுக் கம்பி இசைக்கருவிகள் (bowed string instruments), தட்டப்படும்



படம் 1. கம்பி இசைக்கருவிகள்

1. வயலின் (violin) 2. மாண்டொலின் (mandolin) 3. கித்தார் (guitar) 4. பேஞ்சோ (banjo) 5. வயோலா (viola), 6. ஹார்ப் (harp), 7. செல்லோ (cello).

இசைக்கருவிகள் (struck string instruments), என்பன வாகும்.

காற்று இசைக்கருவிகளை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.அவை!, அதிர்கவை ஊது இசைக்கருவிகள் (reed blown instruments), காற்று ஊது இசைக் கருவிகள் (wing blown instruments). ஆகியனவாகும்.

மீட்டப்படும் கம்பி இசைக்கருவிகள். மீட்டப்படும் கம்பி இசைக்கருவிகளில் வீணையை முதன்மையாகக் கொள்ளலாம். இதில், நான்கு கம்பிகள் அரைக்கோள ஒத்ததிர்வியின் (hemispherical resonator) ஒரு முனை யில் கட்டப்பட்டு மறுமுனை நீண்ட தண்டின் பாகத் தில் இழுக்கப்பட்ட இழுவிசையினால் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. மேலும் கம்பிகளின் இழுவிசைக்கு ஏற்ப கத்தி முனைகள்அரைக்கோள ஒத்ததிர்

வியில் அமைப்பில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வலக் கைவிரல்களைக் கொண்டு கத்தி முனைக்கும், தண் டின் கழுத்துப் பகுதிக்கும் இடைப்பட்ட இடத்தில் மீட்டிக் கம்பிகளை இயக்கலாம். பலதரப்பட்ட அதிர்வெண்களை இடக்கை விரல்களைக் கொண்டு மெட்டுகளை மாற்றி எழுப்பலாம். படத்தில் உள்ள 1,2,4,6ஆகிய கருவிகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தன வாகும்.

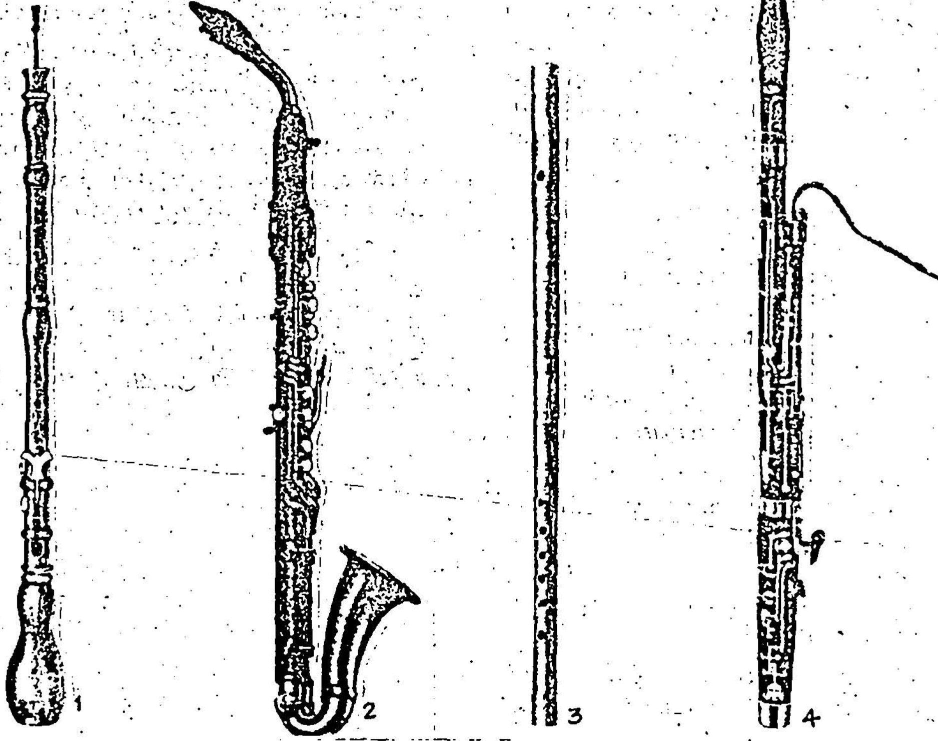
வீணையில் கலைஞரின் வலக்கை விரல்கள் இயக்கியாகவும், கம்பிகள் அதிரும் பகுதியாகவும் செயல்படுகின்றன. தண்டு பலகையின் மேலுள்ள மெட்டுகள் எந்திர நுட்பமாகச் செயல்படுகின்றன. குடம், குடுக்கை, தண்டு ஆகியவற்றிலுள்ள காற்று இசையின் ஆற்றலைப் பெறுகின்றது. கம்பிகள் சுர வரிசையை எழுப்பப் பயன்படுகின்றன.

வீணையில் இசையின் செழிப்பு அதிகமில்லா விடினும், ஒழுங்கிசை அதிகமிருக்கும். அரைக்கோள வடிவமுள்ள குடம் எழுப்பும் முழக்கம் இசையின் இனிமையை அதிகரிக்கின்றது.

வில்லதிர்வு இசைக்கருவிகள் - வயலின் (violin). வில் கொண்டு அதிர்விக்கும் நரம்பு இசைக்கருவி இவ் வகையைச் சேர்ந்தது. படத்தில் உள்ள 1,5,7 ஆகியவை இவ்வகைக் கருவிகளைக் காட்டுகின்றன.

இதில் அதிரும் பகுதி நான்கு கம்பிகள் கொண்டு இருக்கும். கம்பிகளின் ஒரு முனை மெல்லிய எபொ னைட்டுத் தகட்டினால் இணைக்கப்பட்டு ஒத்ததிர் வியின் ஒரு முனையில் கட்டப்பட்டுள்ளது. அடுத்த முனை மரத்தினால் ஆன முனைகளினால் சுற்றப் பட்டு, நீண்ட எபொனைட்டுத் தகட்டினால் கட்டப் பட்டுள்ளது. எபொனைட்டுத் துண்டினால் கம்பியை வெவ்வேறு இடங்களில் அழுத்துவதன் மூலம் வெவ்வேறு சுரங்களை எழுப்ப முடியும்

நான்கு கம்பிகளும் அதிரும் பொருள்களாகும். இடக்கை விரல்களினால் எபொனைட்டுத் தகட்டின் மேலுள்ள நரம்புகளை அழுத்துவது சுரமெழுப்பும் நுட்பமாகும். இதில் உள்ள ஒரு வில் இயக்கியாகப் பயன்படுகிறது. அவ்வில் குதிரை முடியாலானது. வில்லால் இழுக்கும் இடத்தை மாற்றுவதாலும் இழுக்கும் போது அழுத்தத்தை மாற்றுவதாலும் இசையின் பண்பை வெகுவாக மாற்றலாம். மேலும் இசையின் சிறப்பியல்பு வயலினின் பல பாகங்களின் அமைப்பைப் பொறுத்திருக்கிறது. இக்கருவியில் வீணையில் உள்ள எல்லா நயங்



படம் 2. காற்று ஊதப்படும் இசைக்கருவிகள்
1. ஒபோ (oboe), 2. கிளாரினெட் (clarinet), 3. குழல் (flute), 4. பாகுன் (basson).

களும் உள்ளன. மேலும் வயலினில் உள்ள வில்லின் உதவியால் இசையின் அதிர்வை நீண்டநேரம் நீடிக்கச் செய்யலாம். வயலின் இசைக்கருவியில் எழுப்பப்படும் ஒலியை விருப்பப்படிக் கட்டுப்படுத்தலாம். அதனால் வயலின் வாத்தியக் குழாமில் முக்கிய இடத்தைப் பெறுகிறது. எனவே, நம் நாட்டிலும் மேல் நாட்டிலும் வயலினுக்குப் பெருமதிப்பு உண்டு.

தட்டப்படும் இசைக்கருவிகள். பியானோ தட்டப்படும் நரம்பு இசைக்கருவி வகையைச் சாரும். இது மேற்கத்திய இசைக்கருவிகளில் ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. இதில் பல நீளங்களில், பலவிதக் குறுக்களவுள்ள பல கம்பிகள் இதன் பெட்டி போன்ற பாகத்தில் இழுத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளன. இவை சுருதியை எழுப்பும் அதிரும் பொருள்களாகும். நரம்புகளைச் சீராகத் தட்டுவது சுரமெழுப்பும் நுட்பமாகும். இது அகன்ற இசை அளவுகளைக் கொண்டது. மேலும் பலவிதக் கம்பிகள் இருப்பதால், பலவித மாறுபட்ட அதிர்வு எண்கள் உள்ள அளவுகளை இதில் எழுப்பக் கூடிய வசதி எளிதாக அமைகிறது. மிதி பலகை இதில் இயக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

பியானோவை இயக்கினால் தணிந்த அல்லது கம்மிய குரல் குணமுடைய ஒலி உண்டாகும்

காற்றிசைக்கருவிகள்

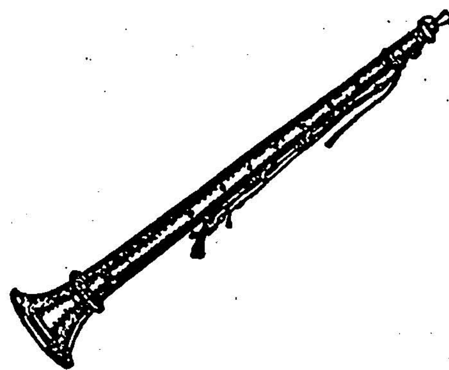
காற்றூதல் இசைக்கருவிகள். புல்லாங்குழல் காற்று ஊது கருவிகளில் முதன்மையாகக் கருதப்படுகிறது. பொதுவாகப் புல்லாங்குழல் ஒருபுறம் அடைக்கப்பட்ட மெல்லிய மூங்கிலால் ஆன நீண்ட குழாய் போன்ற அமைப்புடையை கருவியாகும். அதன் நீள வாக்கில் வாய்த்துளையிலிருந்து ஒரே அளவுள்ள, சீரான இடைவெளியில் ஏழு துளைகள் இருக்கும்.

புல்லாங்குழலின் வாய்த்துளையில் உதட்டை ஒட்டிப் பதித்து, அத்துளை வழியே காற்றைக் குழாயினுள் செலுத்தி, விரல்களை மற்ற துளைகளில் வைத்துக் காற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலமாகக் குழாயிலிருக்கும் காற்று அதிர்விக்கப்பட்டு வெளிக் காற்றில் அலைகள் உண்டாவதால் குழலிசை உண்டாகிறது. விரல்துளைகளை விரல் நுனிகளால் மூடித் திறந்து சுர வரிசைப்படி ஒலி எழுப்பலாம்.

இதில் வாய்த்துளையின் வழியே காற்றைக் குழாயினுள் செலுத்துவது இயக்கியாகவும், குழாயினுள் உள்ள காற்று அதிரும் பகுதியாகவும், விரல்களினால் சுர வரிசையைக் கட்டுப்படுத்துவது எந்திர நுட்பமாகவும் செயல்படுகின்றன. சீராகக் காற்றை ஊதிச் சுய சுரத்தை எழுப்பலாம்.

அதிர்நா ஊதல் கருவிகள். அதிர்நா இசைக்கருவிகளில் நாதஸ்வரத்தை எடுத்துக்காட்டாகச் சொல்லலாம்.

நாதஸ்வரம் ஒரு புகழ்பெற்ற தென்னிந்திய இசைக்கருவியாகும். இசைச்சுர வரிசையை விரி



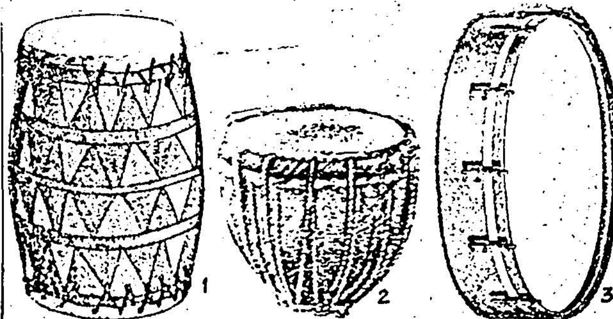
படம் 3. நாதஸ்வரம்

வான முறையில் ஒழுங்கிசைக்கும் சிறந்த கருவி. மெல்லிய மூங்கிலினாலோ மரத்தினாலோ ஆன குழாய் போன்ற 75 செ.மீ. நீளமுள்ளதும், முதலில் சிறுத்து, பின் அகன்றது போன்றதுமான அமைப்பை உடையது நாதஸ்வரமாகும். இதன் நீள வாக்கில் புல்லாங்குழல் போலவே சீரான ஏழு துளைகள் இருக்கும்.

நாதஸ்வரத்தின் ஒரு முனையில் அதிர்நாஇணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதிர்நாவின் வழியே காற்றை ஊதிக் குழாயினுள் செலுத்தி, மற்ற துளைகளில் விரல்களை வைத்துக் காற்றைச் சீராக்குவதன் மூலம், குழாயிலிருக்கும் காற்று அதிர்ந்து வெளிக்காற்றில் அலைகள் உண்டாக, நாதஇசை உண்டாகிறது.

இதில் அதிர்நா அதிர்வு இயக்கியாகும். காற்றை அதிர்நாத்துளை வழியாக ஊதினால் அது அடிக்கடித் திறந்து மூடும். அப்போது நறுக்கோசை உண்டாகக் குழாயிலுள்ள காற்றுக்கம்பம் அதிர்கிறது. விரல் துளைகளை மூடித்திறந்து, ஊதும் வேகத்தையும் மாற்றி இசையெழுப்பலாம்.

தோல் இசைக்கருவிகள். மிருதங்கம் தோல் இசைக்கருவிகளில் இன்றியமையாத ஒன்றாகும். இசைக்குத் தாளம் போடும் ஒரு பக்க வாத்தியமாக இது பயன்படுகிறது. இது மரத்தால் ஆனது. நடுவில் சற்றுப் பெருத்து, இருபுறமும் சற்றுக் குறுகி



படம் 4. தோல்இசைக் கருவிகள்

1. மிருதங்கம் 2. தபேலா 3. முரசு (drum)

உருளை வடிவில் அமையப்பெற்றது. குறுகிய இரு பக்க வாய்களும் பலவிதத் தோலால் மூடப்பட்டிருக்கும். இத்தோல்கள் வார்களினால் இழுத்துக்கட்டப் பட்டுள்ளன. இந்த வார்களின் நடுவில் சிறுமரத் துண்டுகள் புகுத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். மரத் துண்டுகளின் இடங்களை மாற்றுவதன் மூலம் அதிரும் தன்மையை மாற்றலாம். இதனால் தோலைத்தட்டி அதனின்று எழும் ஒலியின் சுருதியை மாற்றலாம்

இதில் குறுகிய வாய்ப்பகுதியில் உள்ளதோல்மூடி இயக்கியாகவும், உருளையில் அடைக்கப்பட்டிருக்கும் காற்று அதிரும் பகுதியாகவும் கை விரல்களினால் தட்டிச் சுரவரிசையைக் கட்டுப்படுத்துவது எந்திர நுட்பமாகவும் செயல்படுகின்றன. இந்தக் கருவி கலைஞரின் இரு கை விரல்களாலும், மணிக்கட்டினாலும் தட்டப்படுகிறது. மரத்துண்டுகளின் இடத்தை மாற்றி உருளைப்பாகத்தில் உள்ள ஐவ்வு போன்ற இடத்தைச் சுரத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் தட்டுவதன் மூலம் மென்மையான சுருதிகளை எழுப்ப முடியும்.

தோல் இசைக்கருவிகளில் தபேலா என்பது வட நாட்டில் பெருமை பெற்றதாகும். மிருதங்கத்தைப் போல இது பயன்படாவிடினும், மென்மையான மெதுவான அதிர்வுகள் ஏற்படுத்த இது பயன்படுகிறது.

எலெக்ட்ரானியல் இசைக்கருவிகள். இசைக்கருவிகளைக் கொண்டு மனிதன் எழுப்புகின்ற அடிப்படை இசையொலியோடு இயைந்து வரும் மேற்சுரங்கள் (overtones) போன்ற எலெக்ட்ரான் வெற்றிடக் குழாய்கள் (electronic vacuum tubes) அல்லது திரி தடையங்கள் (transistors) கொண்டு எழுப்பக்கூடிய ஒரு வளர்ச்சியையும் இன்று காண்கின்றோம். எடுத்துக் காட்டாகச் சில எலெக்ட்ரானியல் இசைக்கருவிகள், வெளியிடும் அதிர்வெண்ணை ஒரு மின்மாற்றியைக் (transformer) கொண்டு கூட்டிக் குறைத்துச் சரிசெய்யும் வாய்ப்போடு கூடிய தனி வெற்றிடக் குழாய் அமைப்பினைப் பயன்படுத்துகின்றன. மிகு திற நுட்பத்தோடு எலெக்ட்ரான் இசைக்கருவியில் அமைந்துள்ள மின்சுற்றுவழிச் சேர்க்கையின் உதவியால்வழக்கத்திலுள்ள இசைக்கருவியான வயலின் இசைப்பது போலவோ புல்லாங்குழல் இசைப்பது போலவோ மின் சுற்றுவழிகளை அமைத்துக் கொள்ளமுடியும். மேற்சுரங்களும் ஒலிப்பண்பும் கூடிய இசைபோன்றும் எழுப்ப முடியும். சுரங்களை வேண்டிய வகையில் சேர்த்துக் கூட்ட இயலும். இந்த வாய்ப்பினைப் பயன்படுத்தி, எலெக்ட்ரான் இசையை உருவாக்குவோர் நம்மிடையே வழக்கில் உள்ள கருவிகளுக்கு முற்றிலும் வேறுபட்ட இசையொலியையும் எழுப்ப முடியும். இயற்கையில் நாம் கேட்கும் ஒலிக்கு நேரான சுரச்சேர்க்கைகளையும் ஏற்படுத்த முடியும். எலெக்ட்ரான் கணிபொறிகள் மின்சுற்றுவழி வெளியிட்டால் கேட்டுணரக் கூடிய ஒலியாக ஒரு சுரத்தைப் பல கூறுகளாகப் பகுத்துப் பின் உரிய வகையில் அவற்றைத் தொகுத்து முற்றிலும் ஓர் இசைக் கருவியின் ஒலி போன்றே இருக்குமாறு எழுப்புகின்றன.

மனிதக் குரல். வாய்ப்பாட்டிற்கான மனிதக்குரலையும், இசைக் கருவிகளில் ஒன்றாகக் கருதலாம். ஏனென்றால், இசைக் கருவிகளில் சொல்லப்படுகின்ற நான்கு இன்றியமையாத பொருள்கள் குரலிலும் உள்ளன. அவை, குரலியக்கி, அதிரும் பொருள்கள், கையாளப்படும் எந்திர நுட்பம், ஒத்திசைவிகள் அல்லது ஒலிபெருக்கும் உறுப்புக்கள் முதலியனவாகும்.

இதயத்திலிருந்து கிளம்பும் காற்றுப்படலம்தான் இயக்கியாக அமைகின்றது. இக்காற்றுப்படலம் சுவாசக் குழாய்களின் வழியே குரல் நாண்களுக்குச் செல்கின்றது. இந்த நாண்கள் பேசும் உறுப்பாகிய குரல்வளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இக்குரல் நாண்கள்தாம் அதிரும் பொருளாகும். குரல் நாண்களை அடக்கி இயக்கப் பயன்படும் நரம்புகளும் தசைகளுமே, எந்திர நுட்பங்கள், குரல்வளையிலுள்ள காற்றுப் பொந்துகளே ஒத்திசைவிகள் ஆகும்.

பொதுவாக ஆண்களின் குரல் நாண்கள் பெண்களின் குரல் நாண்களைவிட ஒன்றரை மடங்கு நீளமாக உள்ளது. அதனால்தான் ஆண்களின் குரல்களைவிடப் பெண்களின் குரல்கள் மென்மையாகவும், இனிமையாகவும் கூர்மையாகவும் இருக்கின்றன. இசைக்கருவிகளில் மனிதனின் குரல் ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பெறுகின்றது. ஏனென்றால் இதனால் மட்டுமே உயிரெழுத்து ஒலியை ஏற்படுத்த முடியும்.

வெவ்வேறு இசைக்கருவிகள் நம்முடைய பழக்கத்தில் இருந்தாலும், அவை எல்லாவற்றையும் இந்த அடிப்படை இசைக்கருவிகளின் வரிசையில் பிரித்து அறியலாம். மேலும் ஒவ்வொரு இசைக்கருவியின் தனித்தன்மையையும் அதனைக் கையாளக் கூடிய நுட்பத்தையும் நாம் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

சு. சந்திரமௌளீஸ்வரன்

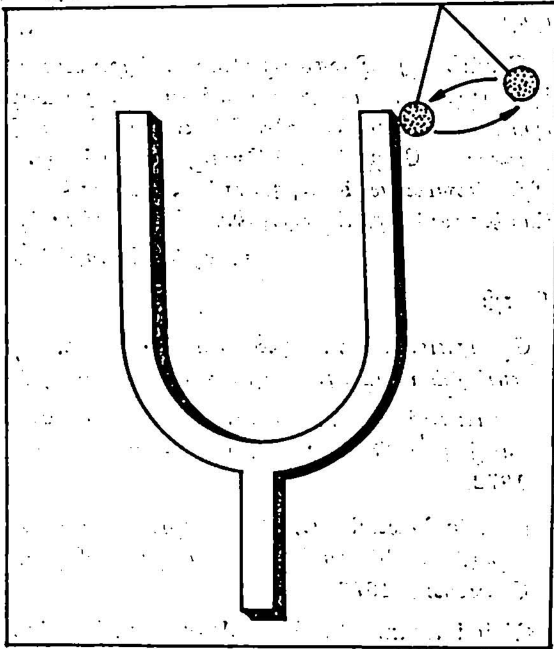
நூலோதி

1. ஜெயராமன், த., ஒலி ஓர் அறிமுகம், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1976.
2. இராமச்சந்திரன், கே.என்., பொருட் பண்பியல், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1972.
3. பன்னீர்செல்வம், ர., பொருளறிவியல்களைக் கற்பித்தல், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1976.
4. Givindarajan, S. R., Murgaiyan, T., Sound, Rochouse & Sons., Pvt. Ltd., Madras, 1966.

இசைக்கவை

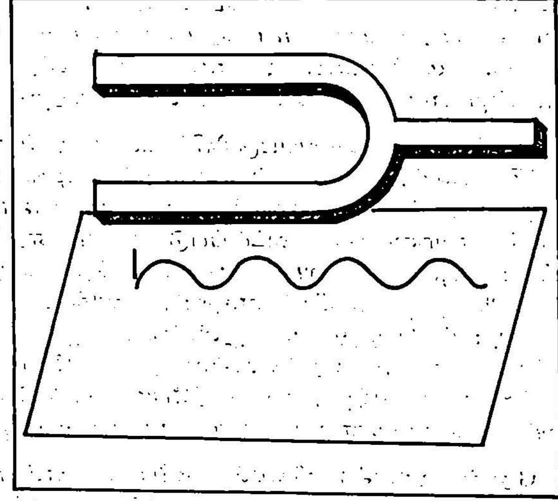
இசைக்கவை (tuning fork) என்பது எஃகு அல்லது டியூராலுமின் (duralumin)என்னும் உலோகப் பொருளால் ஆன அதிர்ந்து ஒலி எழுப்பும் கவை. இதற்கு ஒரு தளமும் அதன் மேல் ஒரு கவையும் இருக்கும். இசைக்கவையின் ஒரு முனையை (prong) ஒரு ரப்பர் சுத்தியால் தட்டினால் அதன் இரு முட்களும் தொடர்ந்து அதிர்வுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இப்பொழுது ஒரு கயிற்றின் நுனியில் தொங்கும் தக்கையாலான பந்தை இசைக்கவையின் ஒரு முள்ளைத் தொடும்படி செய்தால் பந்து குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு மீண்டும், மீண்டும் மோதித் தள்ளப்படும். இதிலிருந்து இசைக்கவை தொடர்ந்து அதிர்ந்து கொண்டுள்ளது என்பது நன்கு புலனாகிறது. துடிக்கும் எந்த ஒரு பொருளும் குறித்தவொரு கால அளவில் ஓர் அலைவை(oscillation) முழுமையுறச்செய்யும். இந்த நேரத்திற்கு அலைவுநேரம் (period) எனப் பெயர். இவ்வாறே துடிக்கும் ஒவ்வொரு பொருளும் ஒவ்வொரு நொடியிலும் குறிப்பிட்ட முறைகள் துடிக்கும். இந்த எண்ணிற்கு அலைவெண் (frequency) என்று பெயர். இவ்விரு அளவையும் பின்வருமாறு தொடர்பு படுத்தலாம்.

n துடிப்புகளுக்கு வேண்டிய நேரம் - 1 நொடி எனவே, 1 துடிப்புக்கு ஆகும் நேரம் $1/n$ நொடி அதாவது, $T = 1/n$ அல்லது $n = 1/T$ இசைக்கவையின் ஒரு முள்ளில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஊசி.



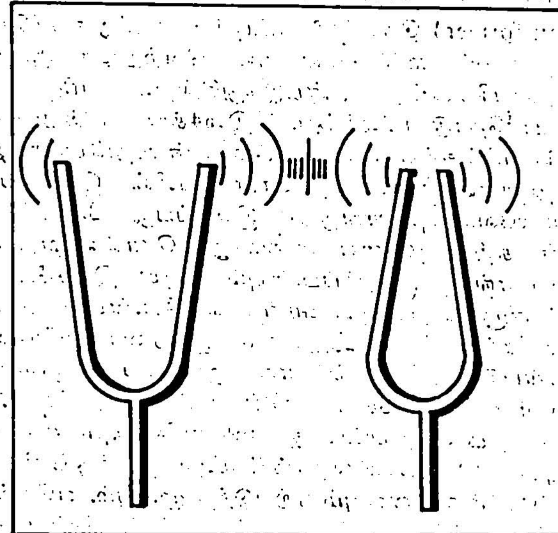
படம் 1

கரி பூசப்பட்ட, நகரும் ஒரு கண்ணாடியில் உயர் அலைவெண் கொண்ட அலையின் வடிவத்தை வரைதலையும் நாம் நேரில் காணலாம்.

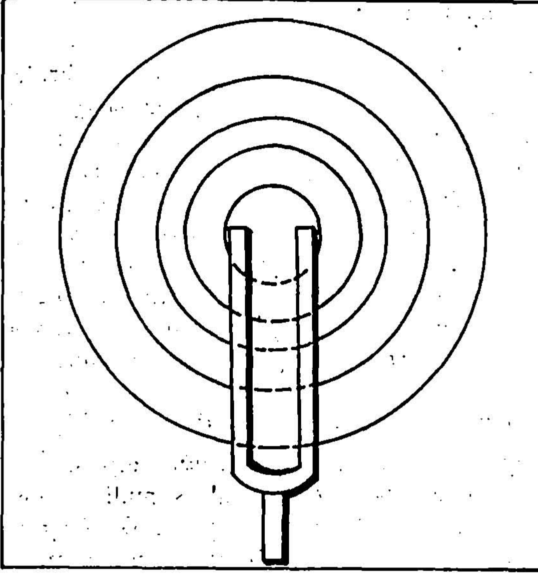


படம் 2

அதிரும் இசைக்கவையின் முட்கள் வெளி நோக்கி அசையும்போது ஓர் உயர் அழுத்த அலை (high pressure wave)வெளியேறுகிறது. முட்கள் உள் நோக்கி அசையும்போது தாழ் அழுத்த அலை (low pressure wave) வெளியேறுகிறது. அதிரும் ஒரு பொருளிலிருந்து ஒலியலைகள் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகின்றன. ஒவ்வொரு அலையும் ஒரு நெருக்கத்தையும் (compression) ஒரு தளர்வையும் (rarefacton) கொண்டுள்ளது. இசைக்கவை கொண்டு



படம் 3



படம் 4

தொடர்ச்சியான ஒலி உண்டாக்க அதனை மின் சாரத்தால் இயக்குகின்றனர். வெப்பநிலைகளைப் பொறுத்து இசைக்கவையின் அதிர் வெண்கள் சிறிது மாறுபடக்கூடும். பொதுவாக 256, 288, 320, 341, 33, 384, 426, 66, 480, 512 ஆகிய அலைவெண் களில் இசைக்கவைகள் செய்யப்படுகின்றன. பள்ளி ஆய்வுக் கூடங்களில் பல்வேறு ஒலியில் சோதனை களை மேற்கொண்டு ஒலியின் தன்மைகளை அறிந்து கொள்ள இத்தகைய இசைக்கவைகள் பயன்படு கின்றன.

கொ.சு.ம

நூலோதி

1. முருகையன், டி., ஒலிநூல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை 1970.
2. ஜெயராமன், த., ஒலி ஓர் அறிமுகம், தமிழ் நாட்டுப்பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1976.

இசைப்பி

நமக்குத் தேவையான குறிப்பிட்ட வானொலி நிலை யத்தைச் சார்ந்த அலைபரப்பியின் ஊர்தி அலை வெண்ணுடன் ஒத்திசையும்படி வடிவமைக்கப்பட்ட மின்துகளியல் சுற்றுவழிகள் அடங்கிய அமைப்பு இசைப்பி (tuner) எனப்படும். ஒரே நேரத்தில் பல நிலையங்களின் அலைகள் இசைப்பி அமைந்த வழியில் நிலவினாலும் இசைப்பி தேவையான ஊர்தி அலை வெண்ணை மட்டும் ஈர்த்துப் பிற நிலையங்களின் அலைகளைத் தள்ளிவிடும். ஒரு தொலைக்காட்சி அலைவாங்கியின் இசைப்பியில் கலப்பி, அலை வியற்றி, வானொலி அலைவெண் மிகைப்பி ஆகிய மூன்று வகைச் சுற்றுவழிகள் மட்டுமே அமைந்திருக் கும். வானொலி இசைப்பியில் மேற்கூறியவற்றுடன் இடைநிலை அலைவெண் மிகைப்பியும் இரண்டாம் ஒற்றிக் கட்டங்களும் அமைந்திருக்கும். எனவே வானொலியிலுள்ள கேள்வி அலைவெண் மிகைப்பி, ஒலிபெருக்கி ஆகியவற்றுக்குள் நேரடியாகக் கேள்வி அலைவெண்ணுடைய அலைகள் மட்டும் ஊட்டப்படு கின்றன. காண்க, வானொலி அலைவாங்கி; தொலைக்காட்சி அலைவாங்கி; இசைப்பு

உலோ.செ.

இசைப்பு

ஒத்திசைவுச் சுற்றுவழியில் தூண்டத்தையோ கொண் மத்தையோ மாற்றும் செயல்முறை, இசைப்பு (tuning) எனப்படுகிறது. வானொலி, தொலைக்காட்சி ரேடார் அலைவாங்கி, அலைசெலுத்தி ஆகியவற்றில் குறிப்பிட்ட அலைவெண்ணில் உகந்த செயல் திறமை யைப்பெற இச்செயல்முறை காணப்படுகிறது. இச் செயல்முறை வானொலி உள்பகுதியிலோ பினபகுதி யிலோ அமைந்த திருப்புளி (screwdriver) வகை அமைப்பால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இக்கட்டுப் பாடு நமக்குத் தேவையான அலைவெண்களைத் தேர்ந்தெடுக்க உதவுகின்ற அனைத்து இசைப்புச் சுற்றுவழிகளையும் இயக்குவதற்கேற்றபடி அமையும் காண்க, ஒத்தலைவு (மாறு மின்னோட்டச் சுற்று வழிகள்). இசைப்பின் பயன்பாடுகளை அறிய காண்க, வானொலி அலைவாங்கி; தொலைக்காட்சி அலைவாங்கி.

உலோ.செ.

இசைவற்ற அலைவி

சீரிசை இயக்கமற்ற குறிப்பிட்ட கால இடைவெளி யுடன் திரும்பத் திரும்ப அலைவுறுகின்ற ஓர் அமைப்பு இசைவற்ற அலைவி (anharmonic oscillator) எனப் படும். இறுதிச் சமநிலை கொள்ளும் நிலையிலிருந்து இடம் பெயரும் இடப் பெயர்ச்சிக்கு எதிராகச் செயல்படும் மீட்சி விசை, நேரியலற்ற (non-linear) வகையில் இடப்பெயர்ச்சியோடு சார்ந்திருக்குமே யானால், அந்த அலைவியை இசைவற்ற அலைவி எனக் கூறலாம்.

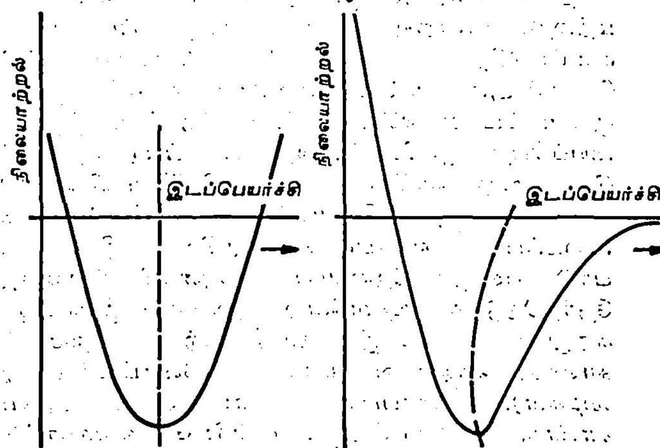
ஓர் அலைவியின் இயல்பு இயக்கம் பொதுவாக நேரம் சார்ந்த சமன்பாடுகளால் குறிப்பிடப்படும். இசைவற்ற அலைவியின் இயக்கச் சமன்பாடு சற்றே சிக்கலானது. அலைவு நேரம் அலைவீச்சைப் பொறுத்து அமைந்திருப்பதே இதற்குக் காரண மாகும்.

நேரம் சார்ந்த F என்ற விசையால், ஓர் இசை வற்ற அலைவி இயங்குமெனில்,

$$F = F_0 \cos(2\pi ft)$$

எனக் குறிப்பிடலாம். இதனால் விளையும் இயக்கம் f என்ற அதிர்வெண் தவிரவும் அதன் மேற்சுரம் (overtones) மற்றும் அதன் துணைச் சுரங்களின் (sub harmonic) அதிர் வெண்ணாலும் ஏற்படக் கூடியதாக இருக்கும்.

பொதுவாக அலைவியற்றிகள் குறைந்த அலை வீச்சுக்களில் சீரிசை இயக்கத்துடன் கூடிய இசைவுறு அலைவியற்றிகளாக (harmonic oscillator) இருக் கின்றன. அலை வீச்சு வரம்பு மீறும்போது, பெரும் பாலான அலைவிகள் இசைவற்ற அலைவியற்றிகளாகி விடுகின்றன.



திண்மப் பொருள்களின் வெப்பஞ்சார்ந்த பெருக் கம் நேரியலற்ற அணுவிடை விசையினால் விளக்கப் படுகின்றது. பொதுவாகப் படிகத் தளத்தில் அணு வின் அதிர்வுகள், தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில் இசைவுறு அலைவியற்றிகளாலான அலைவுகளாக உள்ளன. வெப்ப நிலை அதிகமாகும்போது, வீச்சும் அதிகரித்து, இசைவற்ற அலைவுகளை ஏற்படுத்தும் அமைப்பாகிவிடுகின்றன.

இசைவுறு அலைவியற்றியில், அமைப்பின் நிலையாற்றல் இடப்பெயர்ச்சியைச் சார்ந்து ஒரு பரவளையச் சார்பாக அமைந்திருக்கின்றது. மேலும் அமைப்பின் இறுதிச் சமநிலை அலைவீச்சு அதிகரிக்கும் போது வெப்பநிலை அல்லது ஆற்றல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமைந்திருப்பதில்லை (படம் 1 அ) இசையற்ற அலைவியல், அமைப்பின் நிலையாற்றல் ஆயம்(coordinate) சார்ந்த சீரற்ற காரணியாக இருக் கின்றது. அமைப்பின் இறுதிச் சமநிலை, அலைவீச்சு அதிகரிக்கும்போது வெப்பநிலை அல்லது ஆற்றலைச் சார்ந்திருக்கின்றது (படம் 1 ஆ)

மெ. மெய்யப்பன்

இசைவற்ற உதறல்

பொதுவாக இசைவற்ற உதறலை (fibrillation) இயக்குதசைகளிலும், இயங்கு தசைகளிலும் காண லாம். இயக்கு தசைகளிலிருந்து எழும் இசை வற்ற உதறல் நமது கண்களுக்குப் புலப்ப டாது, இயங்கு தசைகளான இதயத் தசைகளில் இருந்து எழும் உதறல் பல விளைவுகளைத் தரும். இதய மேலறைகளான வல, இட ஏட்ரியாக்களிலி ருந்தும்(atria), இதயக் கீழறைகளான வெண்டிரிக்கிள் களிலிருந்தும் (ventricle)இசைவற்ற உதறலைக் காண லாம். ஏட்ரியாவின் தாறுமாறான உதறல், பல சிக் கல்களையும், வெண்டிரிக்கிளிலிருந்து வரும் தாறு மாறான உதறல் மரணத்தையும் விளைவிக்கும்.

இதய மேலறைகளின் இசைவற்ற உதறல். இதய மின் தூண்டல்கள் (electrical stimuli) பல மித வேகமாக, சீரற்ற முறையில் இதய மேலறைகளைத் தாக்கும். அப்பொழுது இதய மேலறைகள் முறை யாகச் சுருங்கி விரிவடைய முடியா. மேலும், மிக வேக மின் தூண்டல்கள் இதயக் கீழறைகளையும் தாக்கும். இதய மேலறைகளிலிருந்து எழும் பல நூற்றுக்கணக்கான மின் தூண்டல்கள், அடுத் துள்ள ஏ. வி. கணுவை (A. V. Node) வந்தடையும். அவற்றில் பல அலைகள் ஏ. வி. கணுவினால் தடுக்கப் பட்டுச் சுமார் ஒரு நூறு மின் அலைகள் மட்டும் இதயக் கீழறையான வெண்டிரிக்கிளை அடையும். இதய மேலறைகளிரண்டும் ஒரு நிமிடத்திற்குச் சுமார் 350 முதல் 600 வரை தாறுமாறாகச் சுருங்கி விரி வடையும். ஆனால் வெண்டிரிக்கிள்களை வந்தடை வது சுமார் 100 முதல் 150 வரைதான். அங்கு வந்து சேரும் பல மின் தூண்டல்கள் ஏ. வி. கணுவினால் தடுக்கப்பட்டு ஒரு சில மட்டும் வெண்டிரிக்கிளை அடைகின்றன. இதை மறைவான வெளிப்பாடு (con cealed conduction)எனக் குறிப்பிடுவார்கள். இதனால் இட வெண்டிரிக்கிளைச் சார்ந்திருக்கும் கைந்நாடித் துடிப்பு (radial pulse) வேகமாகவும், சீரற்ற ஒழுங் கிலாத (irregulary irregular) துடிப்பாகவும் காணப் படும்.

வகைகள். உதறல், அவ்வப்போது தோன்றித் தோன்றி மறையும் உதறல் (paroxysmal fibrillation), நிலையான உதறல் (persistent fibrillation), தனியான (lone) உதறல் என மூன்று வகைப்படும்.

அவ்வப்பொழுது தோன்றித் தோன்றி மறையும் உதறல். இவ்வகையில் உதறல் திடீரென்று தோன்றிச் சில நிமிடங்களோ, சில நாள்களோ இருந்துவிட்டுத் தானாகவே மறைந்து விடும். இது தோன்றும் சமயத் தில் பார்த்தால்தான் மருத்துவர்களுக்குத் தெரியும். மற்ற நேரத்தில் பார்த்தால் இந்நோய் இருப்பது தெரிய வாராது.

எந்தவித இதயநோய் இல்லாதவர்களிடமும்

இவ்வாறான நிலையை அவ்வப்போது காணலாம். நிமோனியா (pneumonia) காய்ச்சல் கண்டவர்கள், வாத இதய நோய் உள்ளவர்கள் (rheumatic heart disease), கடும் இதயத்தசையிரத்தநசிவுறலால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் (acute myocardial infarction) ஆகியோரிடம் உணர்விழக்கச் செய்யும் மருந்துகளாலும் இதய அறுவை சிகிச்சை செய்யும்போதும் பொட்டாசியம் சத்துக் குறைவினாலும் (potassium deficiency) டிஜிட்டாலிஸ் நச்சு அளவை எட்டிய நிலையாலும் நச்சு அளவு எட்டும் மருந்துகளை உட்கொள்வதாலும் தன்னை மறக்கும் நிலையில் சாராயம் குடிப்பதாலும் (alcohol intoxication) காஃபின் (caffine), ஆம்ஃபிட்டமின் (amphetamine) தைராக்சின் (thyroxine) முதலிய மருந்துகளை பயன்படுத்துவதாலும் இத்தகைய இதய உதறல் உண்டாகும்.

நிலையான மேலறை இதய உதறல். வாத இதய நோய், ஈரிதழ் வால்வு இறுக்கம் (mitral stenosis), வாத இதய அழற்சி (rheumatic carditis) இதயத் தசைகளின் நோய்கள் (myocardial disease) வெளிப்புற இதய இறுக்க அழற்சி (constrictive pericarditis), இதயத்தமனி இதய நோய் (coronary artery heart disease), மிகை இரத்த அழுத்தம் (thypertension), தைராய்டின் மிகைஆக்கம் (thyrotoxicosis),ஏட்ரியத் தடுப்புச்சுவர்க் குறைபாடு (atrial septal defect) ஆகிய நோய்களின் அடிப்படையில் நிலையான உதறலைக் காணலாம்.

தனியான இதய உதறல். இது எந்தவித அடிப்படை இதய நோயும் இல்லாத முதுமை அடைந்தவர்களிடம் காணப்படும். அவர்களிடம் இதய மின் அலை முடிச்சு நோய்த்தொகை(sick sinus syndrome) அதிகம் காணப்படும். இதில் இதயத்துடிப்பு சில சமயம் மிகு வேகமாகவும் (tachycardia), சில சமயம் மிகவும் மெதுவாகவும் (bradycardia) இருக்கும். இதற்குக் காரணம் இதயத் துடிப்புக்கான இதய மின் அலைமுடிச்சு என்ற புரைக்கணு (sinus node) பழுதடைந்து பல அலைகளை உற்பத்தி செய்து கீழறைகளுக்கு அனுப்புவதேயாகும். இதய உதறல் சிற்சில சமயங்களில் வேகமாகவும், சில சமயங்களில் குறைவாகவும் காணப்படும். இதில் மிக வேகமாகத் துடிப்பிருக்கும்போது அது உதறலாக மாற வாய்ப்புண்டு.

விளைவுகள். குறைந்த அளவு உதறலாக (slow fibrillation) இருந்தால் அதன் விளைவுகள் அதிகம் இல்லை. அதிக அளவு இதயத் துடிப்பின்போது மார்பு படபடப்பாகவும், அழுத்துவது போலும் இருக்கும். இரத்த அழுத்தமும் இதய இரத்த வெளிப்பாடும் (cardial output) குறைந்தால் இதயத்தமனிக்கு இரத்தம் குறைவாகச் செல்லும். அதனால் மார்பு வலி ஏற்படும்; சக்தியின்மை, மூச்சு வாங்குதல், இருமல் இம்மூன்றும் இதய அயர்வால் (cardiac failure) ஏற்படும். இதயப்பழுது ஏற்படும்; நுரையீரல் வீக்கம் (pulmonary edema) ஏற்பட்டுப் பல விளைவுகளைத் தரும்.

ஈரிதழ் வால்வுக் குறுக்கம் நோய் உள்ளவர்களுக்குக் கீழறையில் இரத்தம் வந்து சேரும் காலம் அதிகமாக இருக்கும். கீழறைகளின் இசைவற்ற உதறல் அதிகமாக இருந்தால், நுரையீரல் வீக்கம் ஏற்பட்டுப் பல விளைவுகளைத் தரும்.

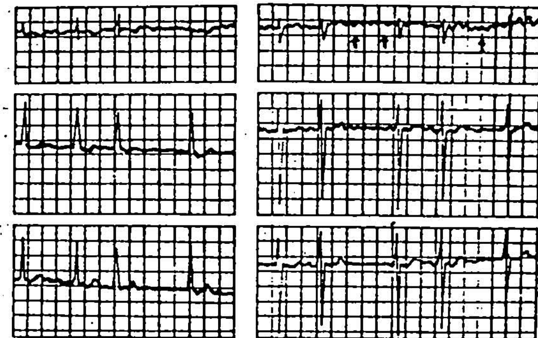
இரத்த உறைவுகளுடன் கூடிய உள்ளெரிகை (thromboembolism). ஏட்ரியாவில் ஏற்படும் இசைவற்ற உதறலினால் அங்கு வரும் இரத்தம் சிறிது நேரம் தங்கிஉறைந்துவிடும். அதனால் சிறு இரத்தக் கட்டிகள் தோன்றும். இதய இயக்கத்தினால், சிறுஇரத்தக் கட்டிகள் மூளைக்குச் செல்லும் தமனி வழியாகச் சென்று சில பாகங்களை அடைந்து செயலிழக்கச் செய்துவிடும். சிறிது நேர மயக்க நிலை (syncope), பக்கவாதம்,பேச்சின்மை ஆகிய விளைவுகள் இதனால் உண்டாகும்.

அறிகுறிகள் - கைந்நாடித் துடிப்பு. இதில் ஒழுங்கிலாச் சீரற்ற துடிப்பைக் காணலாம். இதயக் கீழறையின் துடிப்பு ஒரு நிமிடத்திற்குச் சுமார் 100முதல்200 வரை இருக்கும்.

கைந்நாடி -நேரடி இதயத்துடிப்பு அளவு குறைதல் (pulse apex deficit). சாதாரணமாக இதயத் துடிப்பும் கைந்நாடித் துடிப்பும் ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் இதில் இதயத் துடிப்பு அதிகமாகவும் அதே நேரத்தில் கைந்நாடித் துடிப்பு 10 முதல் 20 வரை குறைவாகவும் இருக்கும்.

ஜுகுலர் சிரை நாடி (jugular venous pulse). கழுத்தின் வலப் பக்கமுள்ளமிக முக்கியமான சிரைகளில் ஒன்று ஜுகுலர் சிரை. இதன் நாடியில் எ. சி. வி. (A.C.V.) என்ற அலைகள் காணப்படும். இந்த அசைவற்ற துடிப்பில் 'எ அலைகளைக் காணமுடியாது.





படம் 1. இதய மேலறைகளின் தாறுமாறான உதறல்

இதய ஒலிகள் (heart sounds). இதயத்தின் முதலாவது ஒலி (first heart sound) மாறுபட்ட ஓசையுடன் கேட்கும். இரண்டாம் ஒலி (second sound) சில சமயம் கேட்காமல் இருக்கும். இதற்குக் காரணம் இதய உதறலினால் இதயக் கீழறைகள் மிகவும் சோர்வுற்ற நிலையிலிருப்பதேயாகும். இந்நிலையில் இரண்டாம் ஒலியின் அடிப்படையான அரை நிலா வடிவ வால்வுகள் திறக்க முடியாமல் போய்விடும்.

ஆய்வுக்கூடச் சோதனைகள். இதய மின் வரைபடம் (electro cardiograph) மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு நிமிட நேரத்திற்கு 350 முதல் 600 வரை துடிப்பு இருக்கும். வி$_1$ (V_1) என்ற இடத்தில் தாறுமாறான உதறல் அலைகள் காணலாம். எப்பொழுதுமிருக்கும் 'பி' அலைகள் (P waves) இரா.

இதய எதிரொளி வரைவு. இதில் மேலறையான இட ஏட்ரியா மிகவும் விரிந்து காணப்படும். அதனுடைய விட்ட அளவு 4.5 செ.மீ. தாண்டிவிட்டால் ஒழுங்கற்ற உதறலை ஒழுங்கான துடிப்பாக (sinus rhythm) மாற்ற முடியாது. மருந்துகளுக்கும் கட்டுப்படாது.

சிகிச்சை முறைகள். முதலாவதாக இசைவற்ற உதறலுக்கு உண்டான காரணங்களை அறிந்து சிகிச்சை செய்ய வேண்டும். உடலின் பொது நிலைமை நன்றாக இருந்தால், மின் சிகிச்சை முறையான கார்டியோவெர்ஷன் (electrical cardioversion) சாலச் சிறந்தது.

உடலின் பொது நிலைமை நன்றாக இராவிட்டால் முதல் வேலையாக வெண்டிரிக்கிளின் அதிக அளவுத் துடிப்பைக் குறைக்க வேண்டும். டிஜிடாலிஸ் (digitalis), கால்சியம் சேனல் எதிர்ப்பிகள் (calcium channel antagonists), பீடா அட்ரினர்ஜிக் தடுப்பிகள் (beta adrenergic blockers) ஆகிய மருந்துகளை உபயோகிக்கலாம். இரண்டாவதாக ஒழுங்கற்ற உதறலை ஒழுங்கான துடிப்பாக மாற்றவேண்டும். குனிடின் (quinidine), புரோக்கைனமைடு (procainamide), டைசோபைரமைடு (disopyramide) ஆகிய மருந்துகளை உபயோகிக்கலாம்.

இம்மருந்துகள் பயன் தாராவிட்டால், அடுத்து மின்சாரக் கார்டியோவர்ஷன் முறையைக் கையாளலாம். இம்முறையில் மின்சக்தி 100 வ. செ. வரை கொடுக்கலாம். இம்மின்சாரச் சிகிச்சைக்குப் பின்போ முன்போ சுமார் இரண்டு வார காலத்திற்கு இரத்த உறைவைத் தடுக்கும் (anti coagulants) மருந்துகளை அவசியம் கொடுக்க வேண்டும். பக்க விளைவுகளான இரத்தப் படிவங்களுடன் கூடிய உள்ளெரிகையை இம் மருந்துகள் வாராமல் தடுக்கும். ஒழுங்கான துடிப்பு வந்தவுடன் குனிடின் முதலிய மருந்துகள் மூலம் இசைவற்ற உதறல் வாராமல் பார்த்துக் கொள்ளலாம்.

மின் சிகிச்சையான கார்டியோவர்ஷன் பலனளிக்காவிட்டால், டிஜிடாலிஸ், வேரபமில் (verapamil) பீட்டா தடுப்பு (beta blockers) மருந்துகள் மூலம் சிகிச்சை செய்யவேண்டும். மேலும் அவர்கள் இரத்தம் உறையாமல் செய்யும் மருந்துகளையும் உபயோகித்து வந்தால் பக்க விளைவுகள் பல நிறுத்தப்படும்.

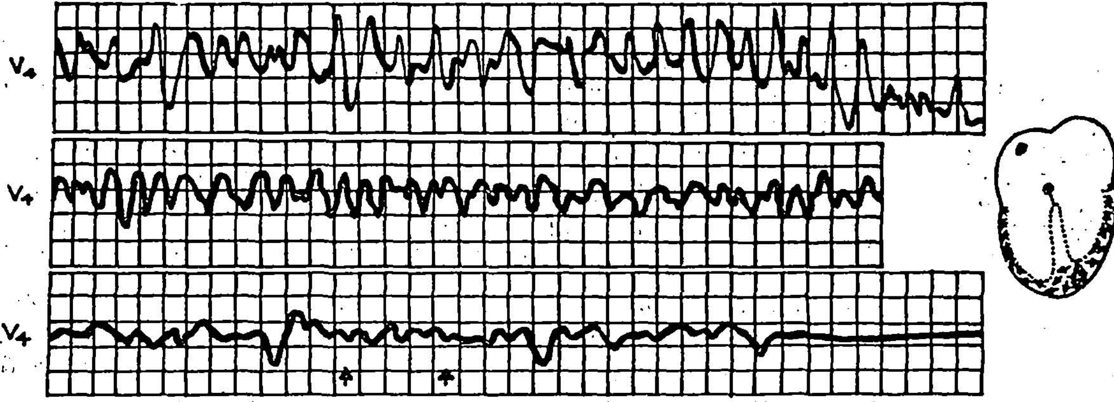
இதயக் கீழறைகளில் இசைவற்ற உதறல். உடலின் பல பாகங்களுக்குச் செல்லும் இரத்த ஓட்டம், இதயக் கீழறைகளின் சீரான, ஒழுங்கான துடிப்பைச் சார்ந்திருக்கிறது. இசைவற்ற உதறல் ஏற்பட்டால் இரத்த ஓட்டம் திடீரென்று தடைப்பட்டுப்போகும். இதய உதறல் ஒரு சில நொடிகளோ, நிமிடங்களோ காணப்படும். அந்தக் குறித்த நேரத்தில் உதறலைக் கண்டுபிடித்துச் சிகிச்சை அளிக்காவிட்டால், திடீர் மரணம் ஏற்படும். இதற்குக் காரணம் இதயக் கீழறைகளின் நின்றுவிட்ட நிலையும் (asystole) அதனால் இரத்த ஓட்டம் திடீரென்று தடைப்பட்டுப் பல பாகங்களுக்கு இரத்த ஓட்டம் இல்லாமையும் ஆகும்.

காரணங்கள். ஸ்டோக்ஸ் - ஆடம் ஒத்திசைவு (Stokes-Adam syndrome); மாரடைப்பு நோய் (myocardial infarction); ஈரிதழ் வால்வு வெளித் தள்ளுதல் (mitral valve prolapse); மின்சாரத் தாக்குதலினால் ஏற்படுதல்; பாரம்பரிய Q-T நீட்டிப்பு நிலை (hereditary Q-T prolongation time); உடல் வெப்ப நிலை குறைதல்; பினோதயசின் மருந்து நச்சு அளவு எட்டிய நிலை (pheno thiazine toxicity); குனிடின் மருந்தினால் ஏற்படும் தற்காலிக மயக்க நிலை (quinidine syncope) ஆகியன காரணங்களாகும்.

அறிகுறிகள். இதயக் கீழறைகளில் தாறுமாறான உதறல் ஏற்பட்டவுடன், திடீரென்று மயக்கம் வந்து சுய நினைவில்லாத நிலை ஏற்படும் (sudden loss of consciousness); உடல் பூராவும் நீலம் பூத்துவிடும் (central cyanosis); கைந்நாடித்துடிப்பு, கழுத்து நாடித்துடிப்பு, தொடை நாடித்துடிப்பு, (femoral pulse) ஆகியவற்றின்மூலம் வெண்டிரிக்கிளின் தாறுமாறான உதறலை அறிய முடியும். இந்தத் தாறுமாறான உதறலின் இறுதிக்கட்ட விளைவு இதயம் நின்றுவிடுதலும் (cardiac arrest) மரணமும் ஆகும்.

சிகிச்சை முறைகள். நின்ற இதயத்தைத் திரும்ப இயங்கச் செய்யவும், மிக முக்கியமான மூளை, இதயம், தசைகள் இவற்றிற்கு உடனடியாக ஆக்சிஜன் கலந்த இரத்த ஓட்டத்தைத் திரும்பப் பெறவும் சிகிச்சை செய்யவேண்டும்.

முதலில் நோயாளியின் இரு கால்களையும் 90% உயரே தூக்கி வைக்க வேண்டும்; இறுக்கமான உடைகளைக் களைய வேண்டும்; ஆக்சிஜன் செலுத்த வேண்டும்; இடப் பக்க மார்புப் புறத்தில் கைவிரல்களை மடக்கிக் கொண்டு வேகமாக ஒரு குத்து விட



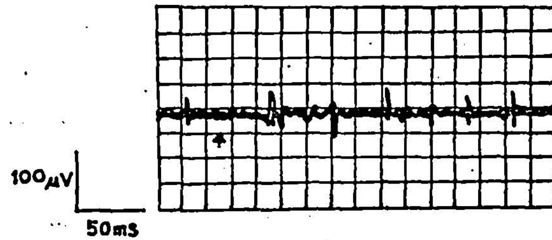
படம் 2. இதயக் கீழறைகளின் தாறுமாறான உதறல்

வேண்டும்; இப்படிச் செய்தால் சில சமயம் நின்று விட்ட இதயம் திடீரென்று செயல்பட ஆரம்பிக்கும்.

இப்படிச் செய்தும் இதயத் துடிப்பு இல்லை என்றால், தீவிர இதயச் சுவாச மீட்புச் சிகிச்சையை (cardio pulmonary resuscitation) மேற்கொள்ள வேண்டும். இதய மேற்புற நெஞ்சை அழுத்திவிடும் முறையைக் கடைப்பிடிக்க (closed chest cardiac massage) வேண்டும். இதன் நோக்கம் இதயக் கீழறைகளிலுள்ள இரத்தத்தைப் பல் பாகங்களுக்கு அனுப்ப உதவி செய்தல் ஆகும். மருத்துவர் தம் இரு கைகளையும் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக மார்பெலும்பின் (sternum) கீழ்ப்பகுதியில் வைத்து ஒரு நிமிடத்திற்கு 60 முதல் 80 வரை சீராக முதுகெலும்பை நோக்கி அழுத்தி விடவேண்டும். அதே சமயத்தில் நோயாளி வாயில் ஒருவர் வாய் வைத்துக் காற்றை ஊத (mouth to mouth breathing) வேண்டும். மேலும் செயற்கைச் சுவாச முறையையும் (artificial respiration) கையாள வேண்டும். அடுத்ததாக மின்சார டிஃபிரிலேட்டிங் கருவியை (electric defrillating machine) மார்பின் மேல் வைத்து வெண்டிரிக்கிளின் தாறுமாறான உதறலை ஒழுங்கான துடிப்பாக மாற்ற வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது இதயத்துடிப்பு சீரான நிலையில் இருக்கும். ஆனால், இரத்த அழுத்தம் குறைந்து காணப்படும். அதற்கு ஐசோபிரினலின் (isoprenaline) 2மி.கிராம் முதல்500 மி.லி. குளுகோசில் கலந்து சிரை மூலம் செலுத்த வேண்டும். காண்க, இதயப்பிசைதல்; இதய நிறுத்தம்.

இம்மின் சிகிச்சையும் பலனளிக்காவிடில் மின்சார இதய ஊக்கிகள் (electrical pace maker) மூலம் இதயத்தை இயக்க முயற்சி செய்யலாம். மேற்கண்ட எல்லாவித சிகிச்சையும் செய்து பலனில்லை என்றால் மரணம் தவிர்க்க முடியாததாகும். காண்க, இதய ஊக்கிகள்.

தசைகளின் இசைவற்ற உதறல் (muscle fibrillation). ஓர் உந்து நரம்புச் செல் (motor nerve cell) என்பது அதன் முடிவில் சுமார் 100 முதல் 200 வரை தசை இழைகளைக் கொண்டது (muscle fibres). இவையிரண்டையும் சேர்த்து ஓர் உந்து அலகு (motor unit) என்று குறிப்பிடுவார்கள். நோயினால் ஓர் உந்து நரம்புச் செல் பாதிக்கப் பட்டதால் அதைத் தழுவியுள்ள எல்லாத் தசை இழைகளும் பாதிக்கப்பட்டுத் தசை சூம்பிப் போய்விடும். அப்படிப் பாதிக்கப்பட்ட தனித்தசை இழை தானாகவே தாறுமாறாகத் துடிக்கும். தசைகளின் தாறுமாறான உதறல் உந்து அலகு என்கிற நரம்பியக் கத்திற்குக் கட்டுப்பட்டதன்று. இந்த இசைவற்ற உதறலை நாம் கண்களால் தசைகளிலோ, தோலிலோ காண முடியாது. இதை மின்தசைக் கருவி வரைபடம் (electro myograph) மூலம் காணலாம்.



படம் 3. தசையின் தாறுமாறான உதறல்

தசைகளில் ஏற்படும் தாறுமாறான உதறலை நரம்புநோய் (neuropathy) அல்லது புறநரம்பு நோய் ஆகிய நோய்களிலும் காணலாம். குறிப்பாகப் பல்நிலைத் தசையழற்சி (polymyositis), தசை வளக் கேடு (muscular dystrophy) ஆகிய தசை நோய்களில் அதிகமாகக் காணப்படும்.

த. வெ. பாபாகிருஷ்ணன்

நூலோதி

1. Mark, E., Josephson, Alfred, E., Buston, Francis E, Marchilinski., Harrison's Principles of Internal Medicine, International, 11 th edition, 1987.
2. Burton. E. Sobel. Eugene Braunwald Harrison's Principles of Internal Medicine, International edition, 1977.
3. Robert R. Young, Jean Rebeiz, Raymond D.A. dams-Harrison's Principles of Internal Medicine, 1977
4. John. N. Walton., Brain's Diseases of Nervous System, Eighth edition, Oxford University Press, New York, 1977.

இசைவாக்கம்

காண்க, தகவமைப்பு

இசைவுடைமை

காண்க, ஒத்திசைவாக்கம்

இஞ்சி

இஞ்சிக்கு அல்லம், ஆர்த்தரகம், ஆத்திரகம், இலாக் கொட்டை, சுப்பிரமணி என்ற பெயர்களுண்டு. இஞ்சியைச் சுத்தம் செய்து உலர்த்தினால் கிடைக் கும் கிழங்கிற்குச் 'சுக்கு' (dried ginger) என்று பெயர். சுக்குக்கு அதகம், உபகுல்லம், கடுப்த்திரம், சுண்டி, சொண்டி, சௌபன்னம், சௌவர்ணம், நவசுறு, நாகரம், விடமுடிய அமிர்தம், வேர்க்கொம்பு, என்று பல பெயர்களுண்டு. இஞ்சி ஆங்கிலத்தில் 'ஜிஞ் சர்' (ginger) எனப்படும். இச்செடியின் தாவரப் பெயர் சிஞ்சிபெர் அஃபிசினாலிஸ் (*zingiber officinalis*) என்பதாகும். இது ஜிஞ்சிபெரேசியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. ஐரோப்பிய, ஆசிய நாடுகளில் இஞ்சி நீண்ட காலமாகவே சாகுபடி செய்யப்பட்டு வருகி றது. ஜமாய்க்கா, தைவான், மொரிஷியஸ், நைஜீ ரியா, சியரலியோன், பிரேசில், சீனா, ஜப்பான், இந்தோனிஷியா, பிஜி, உகாண்டா, டோங்கா ஆகிய நாடுகளிலும் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. இந்தியா தான், உலர்ந்த இஞ்சியாகிய சுக்கை மிகுதியாக உற்பத்தி செய்து முதலிடம் வகிக்கிறது. இந்தியா வில் ஆண்டுதோறும் 63,210 டன் சுக்கு விளைகிறது. இஞ்சியின் தாயகம் இந்தியாவாக இருக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது. இந்தியாவிலிருந்து ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கு அராபிய வணிகர்கள் மூலம் பரவியிருக் கும். ஜெர்மனி மற்றும் பிரான்சு நாடுகளில் ஒன்ப தாவது நூற்றாண்டிலும், இங்கிலாந்தில் பத்தாவது நூற்றாண்டிலும் பரவியது. அராபியர்கள் இதனை இந்தியாவிலிருந்து கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிற்கும், போர்ச்சுக்கீசியர்கள் பதினாறாவது நூற்றாண்டில் மேற்கு ஆப்பிரிக்கா, மற்றும் ஏனைய பகுதிகளுக்கும் பரப்பினர். ஜமாய்க்கா சுக்கு பிரசித்தி பெற்றது. இன்றும் இந்நாடு மற்றநாடுகளுக்கு சுக்கை ஏற்று மதி செய்கிறது. ஆஸ்திரேலியாவில் வணிக முறை யில் 1960 ஆம் ஆண்டில் 1200 ஹெக்டர் நிலப்பரப் பில் சாகுபடியைத் தொடங்கினர். இஞ்சியை இறக்கு மதி செய்யும் நாடுகளில் இங்கிலாந்து, தெற்கு ஏமன், அமெரிக்கா, அரேபியா முதலியவை குறிப்பிடத் தக்கவை. சிங்கப்பூரும், மலேயாவும் கூட ஓரளவு சுக்கை இறக்குமதி செய்கின்றன. தற்பொழுது ஹாங் ஹாங்கிலிருந்தும் சுக்கு ஏற்றுமதியாகிறது.

இந்தியாவில் கேரளா, கர்நாடகம், தமிழ்நாடு, மேற்கு வங்காளம், பீகார், உத்திரப்பிரதேசம், மகா ராஷ்டிரம் ஆகிய மாநிலங்களில் இஞ்சி சாகுபடி யாகிறது. இந்தியாவின் உற்பத்தியில் 70 விழுக்காடு கேரளாவில் உள்ளது. இஞ்சியை, சீன மற்றும் இந் திய மக்கள் மருத்துவத்தில் பயன்படுத்தி வருகின்ற னர். இது வெப்பமண்டலம் மற்றும் மிதவெப்ப மண்டலத்தில் பயிராகும். கடல் மட்டத்திலிருந்து 1500 மீட்டர் உயரம் வரையிலுள்ள மலைப்பகுதி யிலும் விளைகிறது. ஓரளவு நிழலிலும் வளரும்.

செடி. இஞ்சி உற்பத்திக்கு ரியோ-டீ-ஜனிரோ, சீனா, வயநாடு ஆகிய இரகங்கள் ஏற்றவை. சுக்கு உற்பத்திக்கு மாரன், வயநாடு, மனந்தோடி, வள்ளுவ நாடு என்னும் இரகங்கள் சிறந்தவை. இஞ்சி 30-100 செ. மீ. உயரத்திற்கு வளருகிறது. இதன் நிலமட்டத் தண்டு (rhizomes) தரைமட்டத்திற்குக் கிடையாக வும் அருகிலும் உற்பத்தியாகின்றன. இச்செடியில் இலைகள் அடர்த்தியாக உற்பத்தியாகின்றது. மட்ட நிலத்தண்டு தடிப்பாகவும், கடினமாகவும் பக்கவாட் டில் ஒடுங்கியும், கைவிரல்களைப் போல் கிளைத்தும் 1.5-2.5 செ. மீ. தடிமனாகவும் இருக்கின்றது. இஞ்சி இளமஞ்சள் நிறமாகப் பசுக்களால் மூடப்பட் டிருக்கும். தரைமட்டத்திற்கு அருகில் வேர்கள் சல்லி வேரமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். தண்டு நிமிர்ந்தும், சாதாரணமாக 50 செ. மீ. உயரம், 5 மி. மீ கனத் திலும் இருக்கும். நீளமான பளபளப்பான இலை யுறைகளையும் 8-12 இலைகளையும் கொண்டிருக்கும் இலைப்பரப்பு மெல்லியதாக, சிறிதளவு காம்பைப் பெற்ற ஈட்டி வடிவிலும் அடர்பச்சை நிற மேல் பரப்பைக் கொண்டும் இருக்கும். இலையின் அடிப் பரப்பு, சற்று வெளுத்தது போலிருக்கும். இலைகள் 5.25X1-3 செ. மீ. அளவில் கூரிய நுனியுடன் வட்ட வடிவ அல்லது மழுங்கிய காம்பருகு பகுதியைக் கொண்டும் இருக்கும். லிகியூல்கள் (ligules) மெலிந் தும் பளபளப்பாக 5 மி. மீ. நீளத்தில் சிறிது

இரண்டாகப் பிளந்தும் காணப்படும். மலேயாவில் பூக்களைப் பார்க்க இயலாது. ஆனால் சில நாடுகளில் இஞ்சியில் மஞ்சரிக் கொத்தைச் சாதாரணமாகக் காணலாம். மஞ்சரி நேரடியாக வேர்ப் பகுதியிலிருந்தே 15முதல் 25செ.மீ. நீளத்தில் உண்டாகியிருக்கும். ஈட்டி (spike) உருளை வடிவில் கூம்பு முனையுடன் 4-7 × 1.5-2.5 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். பூவடிச் சிதல்கள் முட்டை வடிவில் மஞ்சளாக 2-3 × 1.5-2.0 செ. மீ. அளவிலும் ஓரம் உள்பக்கம் வளைந்தும் காகிதம் போன்றும் இருக்கும். கீழிருக்கும் பூவடிச்சிதல் ஒற்றையாக வெள்ளைநிற நுனியுடனிருக்கும். ஒவ்வொரு பூவடிச் சிதல் பக்கத்திலும் ஒவ்வொரு பூ உண்டாகிறது. இவை வலுவற்றுக் குறுகிய காலம் வாழும் தன்மையுடையவை. பூக்காம்புச் சிதலானது பூவடிச்சிதல் நீளத்தில் இருக்கின்றது. புல்லி வட்டம் மெலிந்து குழல் போன்று உறையுடன் 1.0 முதல் 1.2 செ.மீ. நீளத்தில் மூன்று கதுப்புகளுடையது. அல்லிக் குழல் 2.0-2.5 செ.மீ. நீளத்திலும் மூன்று மஞ்சள் நிறக் கதுப்புகளுடனும் இருக்கின்றது. மேல்பகுதி கதுப்பு 1.5-2.5 × 0.8 செ.மீ. அளவில் மகரந்தப்பை மீது வளைந்தும் இருக்கும். பக்கவாட்டிலுள்ள கதுப்புகள் 0.6 × 0.4 செ. மீ. அளவில் முட்டை அல்லது நீள்சதுர வடிவில் அடிப்பகுதியில் தனியாகவும் இருக்கும். வேபெல்லம் ஏறக்குறைய வட்டமாக 1.2 செ. மீ. நீளத்திலும் அகலத்திலும் அடிப்பகுதியில் ஊதா அல்லது பாலேடு நிறப் புள்ளிகளுடனும் இருக்கிறது. மகரந்தப்பைகள் 0.9 செ.மீ. நீளமானவை, பாலேடு (cream) நிறமானவை. சூலகமுடி நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். சூலகத்தண்டு தனித்தும். சூல்பை மூன்று திசுவறைகளுடனும் இருக்கும். ஒவ்வொரு திசுவறையிலும் பல சூல்கள் உள்ளன. கனிகள் சாதாரணமாக உற்பத்தியாவதில்லை. கனிகள் உண்டாகும் பொழுது மெல்லிய சுவருடன் மூன்று வால்வுகளையுடைய உறைகனிகளாக உண்டாகின்றன. விதைகள் பத்திரிகளுடன் (arils) கருப்பு நிறமுடையவை.

சாகுபடி முறை. வடிகால் வசதியுள்ள இருமண்பாடான நிலமும் இலை மக்குமிகுந்த நிலமும் இஞ்சி சாகுபடிக்கு ஏற்றதாகும். இறைவை நிலத்தில் இது வெற்றிலை, வாழை, மஞ்சள், வெங்காயம், பூண்டு, மிளகாய், காய்கறிப் பயிர்கள், கரும்பு, கேழ்வரகு, மக்காச்சோளம், நிலக்கடலை, ஆகியவற்றுடன் பயிர் சுழற்சி செய்யப்படுகிறது. புன்செய் நிலங்கள் மூன்று முதல் நான்கு ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை மரவள்ளி, சர்க்கரை வள்ளி, மிளகாய் மற்றும் மானாவாரி நெல்லுடன் பயிர்ச் சுழற்சி செய்யப்படுகின்றன. வாழை, துவரை, கொத்தவரைப் பயிருடனும் சேர்த்து இதனைப் பயிரிடுவதும் உண்டு. தென்னை காபித் தோட்டம் மற்றும் ஆரஞ்சு மரம் வளர்ப்பின்போது இஞ்சியை ஊடுபயிராகச் சாகுபடி செய்வதுண்டு. இமாசலப்பிரதேசப் பகுதிகளில் உயர்ந்த மலைப் பகுதிகளில் தக்காளி மற்றும் மிளகாய்ப் பயிருடன் ஊடுபயிராக இதனை வளர்ப்பது வழக்கம். நிலத்தை மார்ச்சு-ஏப்ரல் மாதங்களில் 5 முதல் 6 தடவை உழுது பயன்படுத்த வேண்டும். வானம்பார்த்த பயிருக்கு மேட்டுப்பாத்திகள் ஒரு மீட்டர் அகலத்தில் அடைக்கப்படுகின்றன. நீளம் 3 முதல் 6 மீட்டரும் உயரம் 15 செ.மீ. இருக்குமாறு பாத்திகள் அடைக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பாத்திக்கும் 30 செ.மீ. நீள்பள்ளம் அமைத்து வடிகால் வசதியைப் பெருக்கிட வேண்டும். சிறிய பள்ளம் தோண்டி 25 செ.மீ. இடைவெளியில் வரிசைக்குவரிசை 15முதல் 20செ.மீ. இடைவெளிதந்து இஞ்சியை ஊன்ற வேண்டும். இறைவைப் பயிரில் வாய்க்கால் வரப்புகள் (ridges of furrows) 40முதல்45 செ.மீ. இடைவெளியில் தயாரித்து வரிசையாக 22 முதல் 30 செ.மீ. இடைவெளி தந்து இஞ்சியை ஊன்ற வேண்டும். விதை இஞ்சி 20 முதல் 30 கிராம் எடையுள்ளவையாய் 5 செ.மீ. ஆழத்தில் நடுதல் சிறந்தது. விதை இஞ்சியில் ஒரு மொட்டாவது இருத்தல் அவசியம். இஞ்சியை ஊன்றிய பின் மண்ணால் மூடிவிடவேண்டும். ஒருஹெக்டேர் நடவிற்கு 1800 கிலோ விதை இஞ்சி தேவைப்படுகிறது. உயர்ந்த மலைப் பகுதிகளில் நடவுசெய்ய 2160 முதல்2640கிலோ விதை இஞ்சி தேவை. தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் ஏப்ரல்-மே மாதங்களிலும், வட மாநிலங்களில் சற்றுப் பிந்திய பருவத்திலும் நடவு செய்யப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் ஏப்ரல் மாத நடுவிலும் வட இந்தியாவில் மே முதல் வாரத்திலும் நடவு செய்தல் சிறந்த பருவமாக இருக்கின்றது. இறைவைப் பயிரானால் இஞ்சியை ஊன்றியதும் நீர்பாய்ச்ச வேண்டும். வானம் பார்த்துப் பயிரிடும் நிலத்தில் மண்ணின் மீது தழைகளைப் பரப்பி சூரியஒளி, அடைமழை போன்றவற்றினால் ஏற்படும் கெடுதல்களை நீக்கலாம். இமாசலப்பிரதேசத்தில் மண்ணை மூடுவதற்குத் தொழு உரம் பயனாகிறது. பாத்திகளில் வாய்க்கால் ஓரங்களில் துவரை, கொத்தவரை, அல்லது ஆமணக்கை விதைத்து நிழல் பரப்புவது வழக்கம். நட்ட இஞ்சி மட்ட நிலத் தண்டிலிருந்து 10 முதல் 20 நாள்களில தழை உண்டாகும். மூன்று அல்லது நான்கு முறை களைஎடுத்தும் ஒன்றிரண்டுமுறை மண்ணைக்கொத்தி விடுதலும் வேண்டும். இஞ்சிப் பயிருக்கு 4 முதல் 10 நாள்களுக்கு ஒரு முறையோ தேவைப்படும் பொழுதோ தண்ணீர் பாய்ச்ச வேண்டும். இரண்டு அல்லது மூன்று முறை நிலத்தின் மீது பசுந்தழையைப் பரப்புவது வழக்கம். அடியுரமாக 25 முதல் 30 மண் தொழு உரம் இடுவதுடன் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 75 கிலோ தழைச்சத்து, 50 கிலோ மணிச்சத்து, 50 கிலோ சாம்பல் சத்து இடப்படும். நடும்பொழுது முழு மணிச்சத்தையும் பாதி சாம்பல் சத்தையும் அடியுரமாகவும் இடுவதுண்டு. தழைச்சத்து இரண்டு சமபங்காக மேலுரமாக நிலத்திலிட வேண்டும். முதல் மேலுரமாகப் பாதி தழைச்சத்தையும் பாதி சாம்பல் சத்தையும் நட்ட இரண்டாவது மாதத்தில் பயிருக்குத்

தர வேண்டும். இரண்டாம் மேலுரமாகப் பாதி தழைச்சத்தை இதற்கு ஒரு மாதத்திற்குப் பின்பு இடுதல் வேண்டும். மகாராஷ்டிர மாநிலத்தில் ஹெக்டருக்கு 3000 முதல் 4000 கிலோ ஆமணக்குப் பிண்ணாக்கை 2 அல்லது 3 தடவைகளில் மேலுரமாக இடுகிறார்கள். அறுவடைக்கு ஏற்ற செடிகளின் இலைகளும் தண்டும் பழுத்துக் காணப்படும். மண்வெட்டியால் நிலத்தைத் தோண்டி இஞ்சியை எடுத்து மஞ்சளைப் போலவே அதைத் துப்புரவு செய்வார்கள். ஒரு ஹெக்டேரிலிருந்து 5000முதல்10000 இஞ்சி கிடைக்கும். இதிலிருந்து 15 முதல் 25% தான் சுக்கு தயாரிக்கலாம். கத்திமுனை போல் கூர்மையாகச் சீவிய மூங்கில் குச்சியினாலோ கிளிஞ்சலினாலோ இஞ்சியின் மேல் தோலியை நீக்குகிறார்கள். இதனை மிக்க கவனமாகச் செய்ய வேண்டும். இவற்றை மண்போகக் கழுவி 5,6 நாள்களுக்குச் சூரிய ஒளியில் உலர்த்தும்பொழுது அவை நன்றாக உலர்ந்து சுக்கு ஆகின்றன. இப்படித் தயாரிக்கப்பட்ட சுக்கு மங்கலாகவும் இருக்கும். இதற்குச் சரியான விலை கிடைப்பதில்லை. வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதியாகும் சுக்கு சிறந்த முறையில் தயாரிக்கப் படுகிறது. மேல் தோலை நீக்கித் தூய்மை செய்த இஞ்சியைத் தண்ணீரில் ஒரு நாளைக்கும் 2 விழுக்காடு சுண்ணாம்புப் பாலில் 6மணி நேரத்திற்கும் ஊறவைத்துப் பின் அதைச் சூரிய ஒளியில் உலர்த்துவர். உலரும் பொழுது இஞ்சியை ஒவ்வொரு முறையும் புரட்டிப் புரட்டி ஒரே சீராக உலரச் செய்யவேண்டும். உலர்ந்த இஞ்சியைச் சாக்குப் பைகளில் தேய்க்கும் பொழுது அங்குமிங்கும் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் மேல்தோல் துப்புரவாக நீங்கிவிடுகிறது. சுக்கு பளபளப்பாகிறது. மறுபடியும் சுண்ணாம்புப் பாலில் ஊறிய இஞ்சியைக் கந்தக டை ஆக்சைடு புகையிட்ட அறையில் 12 மணி நேரத்திற்கு வைத்திருந்து பின்பு உலர்த்தினால் சுக்கு மிகவும் வெள்ளையாகும். அவசியமானால் மூன்றாம் முறையும் கூடச் சுக்கைச் சுண்ணாம்புப் பாலில் ஊறவைத்துக் கந்தக டை ஆக்சைடு புகையிட்டு அதை உலர்த்தலாம். ரியோ-டி-ஜெனிரோ (rio-de-Janeiro) மற்றும் சீனா என்னும் இரகங்கள் மிகுந்த மகசூல் தருவனவாகும். உயர் விளைச்சல் இரகங்கள் விளைவு குருடு நூறு விழுக்காடு ஆகும். சுக்காகும் விழுக்காடு கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

	வகை	ஹெக்டேர் மகசூல் (கிலோ)	குருடு நார்%	சுக்காகும் விழுக்காடு
1.	ரியோ-டி-ஜெனிரோ	29,350	5.2	16.3
2.	சீனா	25,150	3.4	15.0
3.	மாரன்	23,225	10.0	22.1
4.	திங்பூரி	24,475	7.1	20.0
5.	நாடியா	23,900	8.1	20.4
6.	நரசப்பட்டம்	18,520	4.6	21.9
7.	வயநாடு மனந்தோடி	17,445	4.3	17.8
8.	காசல்	12,190	7.8	23.1
9.	வெங்காரா	10,275	4.6	21.3
10.	எர்நாடு மஞ்சேரி	12,075	2.4	21.3
11.	பூர்த்வான்	14,440	2.2	21.9

விதை இஞ்சியை அறுவடையிலிருந்து 4 அல்லது 5 மாதங்களுக்குச் சேமித்து வைக்க வேண்டும். இதற்குப் பின்புதான் அவற்றை நடவேண்டும். அதுவரை இஞ்சியை முளைக்கக் கூடிய நிலையில் வைத்துப் பாதுகாக்க வேண்டும். கார்பென்டசிம் 0.1% கரைசலில் 30 நிமிடங்கள்அமிழ்த்தி வைத்திருந்து வெயில் படாத குளிர்ச்சியான இடங்களில் குழிகள்தோண்டி அடியில் மணலாவது உமியாவது பரப்பி அதன் மேல் திடமான இஞ்சிகளைக் குவித்து குழியை ஒரு பலகையால் மூடிக் குழைத்த மண் பூசிப் பலகைச் சந்துகளை அடைக்க வேண்டும். இம் முறையில் இஞ்சி நடவு காலம் வரை நல்ல நிலையிலிருக்கும். அதிலுள்ள முளைகள் திரண்டு சிறிது வளர ஆரம்பித்திருக்கும். உயர்ந்த மலைப்பகுதியும் நிலவும் குளிரான சூழ்நிலையும் விதை இஞ்சிகளைப் பாதுகாப்பாகவைத் திருக்கச்சிறந்தனவாகக் கருதப்படுகின்றன. இந்தியாவில் பெரிய வட்டமான கோலா (gola) என்னும் சிறந்த இரகமும் கட்டி (gatti) என்னும் இரண்டாவது இரகமும் தரம் பிரித்து விற்பனை செய்யப்படுகின்றன. மூன்று மற்றும் நாலாந்தரச் சுக்கு சிறுசிறு துகள்களாகச் சிறிதளவு மற்ற துகளுடனும் நார் மிகுந்தும் இருக்கின்றன. பயிரிடும் பகுதிக்கேற்ப இஞ்சிகளுக்கு இந்திய இஞ்சி, ஜப்பானிய இஞ்சி, ஜமாய்க்கன் இஞ்சி என்னும் பெயர் வந்துள்ளன.

சத்துக்கள். நூறுகிராம் இஞ்சியில் ஈரம் 80.8 கிராம், புரதம் 2.3 கிராம், கொழுப்பு 1.0 கிராம், நார்ப்பொருள்கள் 2 4 கிராம், மாவுப்பொருள்கள் 12.3 கிராம், கால்சியம் 20 மி.கிராம், பாஸ்பரம் 60 மி.கிராம், இரும்புச் சத்து 2.6 மி.கிராம், தயமின் 0.06 மி.கிராம், ரைபோஃபிளேவின் 0.03 மி.கிராம், நியாசின் 0.6 மி. கிராம், வைட்டமின் 'சி' 6 மி.கிராம், வைட்டமின் 'ஏ' 40 மைக்ரோகிராம், ஆற்றல் 67 கிலோ கலோரிகள் உள்ளன. சுக்கில் 10% மட்டுமே ஈரமுள்ளது. அமெரிக்காவில் தரமான சுக்கில் குறைந்தது 42% ஸ்டார்ச், மற்றும் 8 விழுக்காட்டிற்குக் குறையாமல் குருடு நாரும் இருக்க வேண்டுமெனக் கூறப் படுகிறது. இஞ்சியில் ஆவியாகும் எண்ணெய் உள்ளது. இதில் ஜிஞ்சிபெரின் (zingiberene) என்னும் முக்கிய சத்து உள்ளது. இஞ்சியின் காரமான மணத்திற்கு ஜிஞ்சரோன் (zingerone) என்னும் சத்து முக்கியமானது.

பொருளாதாரப் பயன்கள். பச்சை இஞ்சியும் உலர்ந்த இஞ்சியும் (சுக்கு) மருத்துவத்திலும், காரம், மணம் சேர்க்க உணவிலும்பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் சுக்குத் தூளையும் பயன்படுத்துவதுண்டு இஞ்சியைச் சமையலிலும் இஞ்சிரொட்டி (ginger bread), பிஸ்கெட்டுகள், சுட்ட அப்பளங்கள், களிகள் pudding) சூப் மற்றும் ஊறுகாய்தயாரிப்பிலும் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இஞ்சியைப் பயன்படுத்தி ஒயின், ஜிஞ்சர்பீர் (ginger beer) முதலியவையும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. முற்றாத இஞ்சியை உரித்துத் துண்டுகளாக்கி அவித்துப் பாட்டில்களில் சர்க்கரைப் பாகில் சேமித்து வைத்துக்கொண்டு அன்றாடம் உண்பது சிலருக்கு வழக்கம். இஞ்சியில் இள மஞ்சள் நிறமான ஆவியாகும் எண்ணெய் 1 முதல் 3 விழுக்காடு உள்ளது. இதனைப் பயன்படுத்தி நறுமண முள்ள பொருள்கள் தயாரிக்கலாம். இஞ்சி, சுக்கிற்கு என்று தனி மணமுண்டு. அன்றாட வாழ்வில் இஞ்சி இன்றியமையாததொன்றாகிறது. இறைச்சிக் குழம்பு, பிரியாணி போன்ற உணவுப் பொருள்களுக்கு நல்ல மணமும் சுவையும் கிடைப்பதற்கு இஞ்சியைச் சேர்ப்பது வழக்கம். சீன உணவிலும், இந்திய உணவிலும் இது முக்கிய இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. இஞ்சி செரிப்புத்திறனை அதிகரிக்கிறது. இதன் பொருட்டே சிலர் கடைகளில் விற்கும் இஞ்சிமுறிப்பாகு என்னும் இனிப்புப் பொருளை வாங்கித் தின்கின்றனர். முன் காலத்தில் இஞ்சியை நச்சு முறிவு மருந்தாகப் பயன்படுத்தினர். இங்கிலாந்தில் இதனைப் பிளேக் (plague) என்னும் கொடிய நோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்தினர். இஞ்சியும் சுக்கும் இந்திய மருத்துவத்தில் மிகச் சிறந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன. இஞ்சியைத் தோல்நீக்கித் தூய்மை செய்து சிறுசிறு வட்ட வில்லைகளாக நறுக்கி வாயகன்ற பாட்டில் ஒன்றில் போட்டு இஞ்சித் துண்டுகள் மூழ்கும் அளவிற்கு எலுமிச்சம்பழச் சாறு பிழிந்து அச்சாற்றில் இஞ்சித் துண்டுகளை ஊற வைக்க வேண்டும். நாள் தோறும் இஞ்சித் துண்டுகளைக் கிளறிவிடுதல் அவசியம். பின்பு இஞ்சியை மட்டும் வெளியிலெடுத்து வெயிலில் உலர்த்த வேண்டும். மாலையில் மறுபடியும் இஞ்சித் துண்டுகளை எலுமிச்சம் பழச்சாற்றில் ஊறவைக்க வேண்டும். எலுமிச்சம் பழச்சாறு முழுதும் இஞ்சித் துண்டுகள் உறிஞ்சிக் கொள்ளும் வரை இவ்வாறு செய்ய வேண்டும். இஞ்சி ஈரமில்லாமல் நன்கு காய்ந்த பின்பு தூய பாட்டிலில் போட்டுச் சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளவும். பித்தம், வாய்க் கசப்பு, பெண்களுக்கு மசக்கை காலத்தில் ஏற்படும் வாய்க் கசப்பு, வாந்தி ஆகியவற்றிற்கு இவ்வாறு பாடம் செய்யப்பட்ட இஞ்சித் துண்டுகளில் ஒன்று அல்லது இரண்டை வாயிலிட்டு அடக்கிக் கொண்டு உமிழ்நீரை விழுங்கி வரப் பலன் தெரியும். நன்கு தூய்மை செய்து தோல்நீக்கிய இஞ்சியைத் துண்டுகளாக்கித் தூய்மை செய்த வாயகன்ற பாட்டிலில் உள்ள தேனில் போட்டு வெயிலில் தொடர்ந்து ஒருவார காலம் வைத்திருக்கவும். பின்பு அன்றாடம் காலையில் உணவுக்கு முன் ஒரிரு துண்டுகள் எடுத்து மென்று உண்ணப் பித்தம் போகும். பசி உண்டாகும். உடல் நலம் பெறும். பிரசவித்த பெண்களுக்கு இஞ்சிச் சாற்றினைக் குடிப்பதற்குத் தருவது வழக்கம். இதனால் கருப்பையில் தங்கி உள்ள அழுக்குகள் நீங்கும். நார் இல்லாத இரண்டு துண்டுகள் இஞ்சி, மிளகு ஒரு தேக்கரண்டி, சீரகம் ஒரு தேக்கரண்டி, கொத்தமல்லி விதை ஒரு தேக்கரண்டி, ஆங்குரா திராட்சை (கொட்டையுள்ள திராட்சை) ஐந்து, தேன் இரண்டு தேக்கரண்டி, நெய் இரண்டு தேக்கரண்டி, வெல்லம் ஒரு எலுமிச்சம் பழ அளவு தேவைப்படுகின்றன. வெல்லத்தைத் தண்ணீரில் கரைத்துக் கொண்டு கல், மண் நீக்கி அடுப்பிலிட்டு கொதிக்க வைக்கவும். ஊற வைத்த கொத்தமல்லி விதை, சீரகம், மிளகுடன் இஞ்சி, கொட்டை நீக்கிய திராட்சை ஆகியவற்றைச் சேர்த்து விழுதுபோல் அரைத்துக் கொதிக்கும் வெல்லநீரில் சேர்த்துக் காய்ச்சவும். இதில் சிறிதளவு 2 தேக்கரண்டி நெய்யையும் சேர்த்துக் கிளறி லேகிய பதம் வரும்பொழுது தேனைக் கலந்து கிளறி அடுப்பிலிருந்து இறக்கிக் குளிர வைக்கவும். இதனைச் சேமித்து வைத்துக் கொண்டு காலை வேளையில் ஒரு சுண்டைக் காயளவு உண்டு வர வயிற்றுக் கோளாறு, பசியின்மை, வாயில் பித்தநீர் சுரத்தல் போன்ற நோய்கள் குணமாகும். தெளிந்த இஞ்சிச் சாற்றுடன் தேனைக் கலந்து அருந்த இரத்தம் தூய்மையடையும். இஞ்சிச் சாற்றில் சீரகத்தைப் பொடித்துப்போட்டுக் கலந்து காலை, மாலை அருந்த செரிதிறன் அதிகரிக்கும். இஞ்சியை அரைத்துப் பசும்பாலில் கலந்து குடிக்கச் சகல வாயுக் கோளாறுகளும் அகலும். இஞ்சிச் சாறு, வெங்காயச் சாறு, எலுமிச்சம்பழச்சாறு ஆகியவற்றைச் சம அளவு கலந்து காலை வேளைகளில் அருந்தி வர இளைப்பு, இருமல் நீங்கும். மாதவிடாய்க் காலங்களில் ஏற்படும் வலி, மாதவிடாய் ஒழுங்கின்றித் தாமதமாதல் முதலிய தொல்லைகளிலிருந்து விடுபட ஒரு துண்டு தோல் நீக்கிய இஞ்சியைத் தட்டி ஒரு டம்ளர் நீரில் போட்டுச் சிறிது நேரம் வேகவைத்து வடித்து, வடிநீருடன் சிறிதளவு தேனைச் சேர்த்துக் கலக்கி நாள்தோறும் உணவுக்குப்பின் அருந்திவர நல்ல குணம் கிடைக்கும். ஒரு சிலருக்குச் சிறுநீர் சரியாகப் பிரியாமலும் உடலில் வயிறு முதலிய பகுதிகளில் இயற்கைக்கு மாறாக நீர் அதிகம் சுரந்தும் பல தொல்லைகள் ஏற்படுவதுண்டு. இதற்கு ஓர் இளநீரில் ஒரு தேக்கரண்டி இஞ்சிச் சாற்றைக் கலந்து அருந்தி வருதல் நல்ல பயனளிக்கும். நன்கு பாடுவோர், உரக்கப் பேசுவோர் ஆகியோருக்குத் தொண்டையில் ஏற்படும் கரகரப்புக்கும், சளி, மூக்கு அழற்சி, சிறுநாக்கு வளர்ச்சி முதலிய தொல்லைகளிலிருந்து விடுபடவும்ஒரு துண்டு தூய்மைப்படுத்தப்

பட்ட இஞ்சி ஒரு கிராம்பு, ஒரு சிட்டிகை உப்பு ஆகிய வற்றைச் சேர்த்து கடித்துச் சுவைத்து விழுங்குதல் வேண்டும். இஞ்சியை வாயில் மென்று நீரைத் துப்பத் தொண்டைப்புண்,குரல் கம்மல் நீங்கும்.இஞ்சிச் சாற்றுடன்மணத்தக்காளி இலைச் சாற்றைக் கலந்து இரவு படுக்குமுன் அருந்திவர வாதநோய் தீரும். சிலருக்கு விந்து தானாகவே கழியும். இதற்குஅரை வேக்காட்டுக் கோழி முட்டையுடன் அரைத் தேக்கரண்டி தேனும், இஞ்சிச்சாறும்கலந்து இரவில் படுக்குமுன் தொடர்ந்து ஒரு மாதகாலத்திற்கு உண்டு வருதல் நலம் பயக்கும். பித்தம் அதிகம் உள்ளவர்கள் இஞ்சிச் சாற்றைத்தலையில் தேய்த்து வைத்திருந்து குளித்து வந்தால் நலம். வாரம் ஒருமுறை இஞ்சி வில்லைகளை இந்துப்பில் ஊற வைத்துப் பின் அதைக் காய வைத்து உணவுக்குப்பின் சிறிது வாயில் போட்டு நீரை விழுங்கி வர ஜீரணம் நன்றாக ஆகும். இஞ்சி 10 கிராம், மிளகு 10, எருக்கம்பூ 5 ஆகியவற்றை நன்கு நசுக்கி இரண்டு குவளை நீர் சேர்த்து மண் சட்டியிலிட்டு ஒரு குவளையாகும் வரை காய்ச்சி வேளைக்கு 1 குவளை வீதம் காலை, மாலை அருந்திவரச் சுவாசகாசம், இரைப்பு நுரையீரல் சளி அடைப்பு முதலியன நீங்கும். இஞ்சிச் சாறு, மாதுளம்பூச் சாறு, தேன் ஆகியவற்றைச் சம அளவு எடுத்து 35 மில்லி வீதம் உண்டுவர ஈளை, இருமல் போகும். இஞ்சிச் சாறு, ஈர வெங்காயச் சாறு, எலுமிச்சம்பழச்சாறு இம்மூன்றும் சம எடை எடுத்துக் கலந்து தினம் இரு வேளையாக 3 நாள்களுக்கு வேளைக்கு 35 கிராம் வீதம் அருந்தி வர இரைப்பு இருமல் போகும். இஞ்சியைப் பாலில் அரைத்துச்சுண்டைக்காயளவு 18மில்லி பாலில்கலந்து காலை, மாலை கொடுத்துவர இருமல், இளைப்பு, குன்மம், மயக்கம், அழல் வாய்வு, தீரும். பசி உண்டாகும். இஞ்சிச்சாறு, தேன் சேர்த்துப்பாகு செய்து குங்குமப்பூ, ஏலம், ஜாதிக்காய், கிராம்பு ஆகிய வற்றைப் பொடித்துத் தூவிக்கிளறி எடுத்து நன்றாகத் தூய்மை செய்த கண்ணாடிப் புட்டிகளில் வைத்துக்கொண்டு அன்றாடம் இரண்டு சுண்டைக் காயளவு உண்ண வாந்தி, குடல்நோய், வயிற்றுவலி முதலியவை போகும்.இஞ்சியைத்தோல்நீக்கிப் பாலில் அரைத்து ஒரு நெல்லிக் காயளவு எடுத்து அத்துடன் 20 கிராம் பனங்கற்கண்டைச் சேர்த்து ஓர் எலுமிச்சம் பழத்தை அறுத்துச் சாறு பிழிந்து அதில் விட்டுக் காய்ச்சிய பாலைச்சேர்த்துக் கலக்கி காலை வேளைகளில் அருந்தி வரப்பித்த நோய்கள் நீங்கும். எரி குன்மம், ஆஸ்த்துமா, இளைப்பு, மயக்கம், இருமல், வாயு குடைச்சல் வலி நீங்கும்.

சுக்கு. இஞ்சியை வேர், மண் நீக்கித் தூய்மை செய்தபின் மேல் தோலையும் சுரண்டி எடுத்துவிட்டு அது கெட்டியாகி முறித்தால் ஒடியும்வரை வெயிலில் உலர்த்த வேண்டும். அப்படி உலர்த்திய பிறகே இது சுக்கு எனப்படுகிறது. இதைப் பூசிய சுக்கு அல்லது தேய்த்த சுக்கு என்றும் கூறுவர். சுக்கு வாயுவைப் போக்கும். சுறுசுறுப்பை உண்டாக்கும். இதன் கசாயத்தினால் அஜீரணம், அதிசாரம், வயிற்றுவலி, பித்தம் குணமாகும். இக்கசாயத்தை இரவில் உண்டு படுக்க வாதநோய் நீங்கும். முலைப்பாலில் இதனை இழைத்து வாயு, வீக்கம், மூட்டுவீக்கம் ஆகிய வற்றுக்குப் பற்றுப் போடலாம். சோடா உப்புடன் சுக்குக் கசாயத்தைக் கலந்து உண்ண வயிற்றுப் புளிப்புப் போகும். குடலைச் சுருட்டிப் பிடித்தல், விலாக்குத்தல், நெஞ்செரிச்சல், புளியேப்பம், வயிற்று உப்புசம், தலைவலி, வயிற்றுக் குத்தல், செவிக் குத்தல் போகும்.

சுக்கை நன்றாக வெண்ணெய் போல் அரைத்துக் சூடாக்கி வாயுப் பிடிப்புள்ள இடத்தில் பற்றுப் போட்டால் வாயுப்பிடிப்பு குணமாகும். சுக்கோடு சிறிதுசாம்பிராணி மஞ்சள்பொடி சேர்த்து அரைத்துச் சூடாக்கித் தலைவலி, தடுமனுக்கு நெற்றி, உச்சந் தலை, கழுத்தின் பின்பாகத்தில் பற்றுப் போடக் குணமாகும. சுக்கை முலைப்பால் விட்டரைத்து நெற்றியில் பற்றிட்டு நெருப்பனல் படும்படிக்காட்டக் தலைவலி போகும். ஒரு துண்டு சுக்கு, ஒரு துண்டு வசம்பு, ஒரு சாதிக்காய், ஒரு மாசிக்காய், ஒரு கடுக் காய் ஆகியவற்றை அரை டம்ளர் பசும்பாலில் 10 நிமிடங்கள் வேகவைத்து எடுத்து நன்கு உலர்த்திக் கொள்ளவும். ஒரு மாதத்திற்கு மேல் வயதுடைய குழந்தைக்கு இவற்றைச் சந்தனக் கல்லில் லேசாக ஒரு இழை இழைத்து எடுத்துக்கொண்டு குழந்தையைக் குளிப்பாட்டிய பின் புகட்டினால் வாயுத் தொல்லை, அஜீரணம் உண்டாகாது. குழந்தையின் வயது அதிகரிக்கும்போது கொஞ்சம் அதிகமாக இழைத்துக் கொள்ளவும். வயிற்றில் வாயுக் குத்து, வயிற்றுப் பொருமல் ஏற்பட்டால் சுக்கை அரைத்துச் சூடாக்கித் தொப்புளைச் சுற்றித் தடவினால் குணமாகும். சுக்கு ஐந்து துண்டு, ஓமம் இரண்டு தேக்கரண்டி, சீரகம் இரண்டு தேக்கரண்டி ஆகியவற்றைத் தூய்மைசெய்து உலர்த்தி இடித்துப் பட்டுப்போல் சலித்து எடுத்துக் கொள்ளவும். இத்துடன் 100 கிராம் வெல்லம், இந்து உப்பு 5 கிராம் சேர்த்து எல்லாவற்றையும் ஒன்றாக இடித்துப் பாட்டிலில் போட்டு வைத்துக்கொள்ளவும்; வயிற்று உப்புசம், வாந்தி, அஜீரணத்திற்கு இரண்டு சிட்டிகை எடுத்து வாயில் போட்டுக் கால் டம்ளர் இளஞ்சூடான வெந்நீர் அருந்தினால் குணம் தெரியும். சுக்கு, சீரகம், மிளகு, ஓமம், ஒரு பிடி துளசி இலை கொத்தமல்லி விதை, சிறிது வெல்லம் சேர்த்து, கஷாயம் செய்து வடிகட்டிப்பால் சேர்த்து அருந்தி னால் வயிற்றுச் சம்பந்தமான கோளாறுகள் நீங்கும்.

குழந்தைகட்கு அஜீரணத் தொல்லை அடிக்கடி உண்டாகலாம். இவ்வாறுள்ள சூழ்நிலையில் வெல்லப்பாகில் சுக்குத்தூள், அரிசிப்பொடியைப் போட்டு உருட்டிச் சேமித்து வைத்துக் கொண்டு கொடுத்தால் அஜீரணம் போகும். இது குழந்தைகளுக்கு நல்ல உணவும் கூட. சுக்கை நன்கு அரைத்து அத்துடன்.

யானையின் பல்லை அரைத்த விழுதுடன் கலந்து சுட வைத்துக்காதைச் சுற்றித் தடவ காதுவலி நீங்கும். ஒரு சிறு சுக்குத் துண்டை நைத்துப் பல்வலி உள்ள இடத்தில் வைத்து வாயில் அடக்கிக் கொள்ளப் பல் வலி நீங்கும். ஒரு மணி நேரம் இவ்வாறு அடக்கிக் கொள்ளுதல் அவசியம். சுக்கை நன்கு நீர் விட்டு அரைத்துச் சூடாக்கிப் பல்வலி உள்ள இடத்திற்கு நேராக முகத்தில் தடவிக் கொள்ள பல்வலி நீங்கும். சுக்கு 50 கிராம், திப்பிலி 10 கிராம், மிளகு 10 கிராம், பெருங்காயம் ஒரு கிராம் தேவை. பெருங்காயத்தை வாணலியில் வறுத்துப் பொடி செய்து கொள்ளவும். சுக்கு, திப்பிலி, மிளகு ஆகியவற்றை வெயிலில் நன்கு உலர்த்திப்பொடி செய்து கொள்ளவும். இப் பொடியைப் பெருங்காயப் பொடியுடன் கலந்து வைக் கவும். வேப்பம்பூவை நன்கு தூய்மை செய்து வெயி லில் உலர்த்தி எடுக்கவும், ஒரு தேக்கரண்டி பூவை நெய்யில் வறுத்து எடுத்துக்கொண்டு சூடான சாதத் தில் போட்டு அத்துடன் ஒரு தேக்கரண்டி மேற் கூறிய பொடியையும் சிறிதளவு நெய்யையும் கலந்து உண்ண வயிற்றுக்கோளாறு, உடல்சூடு நீங்கும். சுக் குப்பொடி இரண்டு தேக்கரண்டி, வெல்லம் ஐந்து அச்சுகள், ஏலக்காய் நான்கு (பொடித்த), ஒரு எலு மிச்சம் பழத்திலிருந்து பிழிந்த சாறு, தண்ணீர் 5 டம் ளர் ஆகியவற்றை நன்கு கலக்கிப் பருகிவரத் தாகம் தணியும். சுக்கு பனைவெல்லம் அல்லது வெல்லம், பெருங்காயம் சேர்த்து இடித்துப் பொடியை ஒரு தேக்கரண்டி உண்ண ஜீரணம் ஆகும். சுக்கை மென்று சாரத்தை மட்டும் விழுங்கத்தொண்டைக்கட்டு, குரல் கம்மல் நீங்கும். சுக்கு, கற்கண்டு ஆகிய ஒவ்வொன் றும் 3½ கிராம் எடுத்துப்பொடித்துக் காலை, மாலை ஒரு சிட்டிகையளவு இளநீரில் கொடுக்கச் சுமை தூக்கி யதால் உடம்பதிர்ந்து நெஞ்சு வலிப்பதும் மேல்மூச்சு வாங்குவதும் நீங்கும். சுக்கு, அரத்தை, எருக்கம்வேர் நொச்சிக் கொழுந்து, பெருமரப்பட்டை ஆகிய வற்றை ஓர் எடை எடுத்துத் தகுந்த நீர்விட்டு அதை ஆழாக்காய் வற்றச் செய்து அன்றாடம் உண்டுவரச் சன்னிவாதச் சுரம் நீங்கும். சுக்கு, கடுக்காய், நில வேம்பு, வேப்பந்தோல், சீந்தில், பேய்புடல் ஆகிய வற்றை வகைக்கு ஒவ்வொரு கழஞ்சு எடுத்துப் பொடித்து ஒன்று சேர்த்து இரண்டு நாழிகை நீர் விட்டு ஓர் ஆழாக்காய் வற்றக் காய்ச்சிக் குடித்துவர நச்சுக் காய்ச்சல் நீங்கும்.

ஒரு துண்டு சுக்கை எடுத்து மேல்தோலை நீக்கி அம்மியில் வைத்து நசுக்கி இரண்டு குவளை நீர் ஊற்றி ஒரு குவளையாகக் காய்ச்சி அத்துடன் சர்க்கரை சேர்த்து நாள்தோறும் இரு வேளை குடித்துவரப் பசி யைத் தூண்டும். சுக்குத் தூளில் விரல் அளவு எடுத் துப் பசும்பாலில்(170 மில்லி)கலந்துதரப் பசியுண்டா கும். வாத நோய்கள், கீல்பிடிப்பு, தலைவலி, நீர்ப்பீ னிசம், வயிற்று உப்புசம், சீதள நோய்களும் இத னால் நீங்கும். சுக்கு 40 கிராம், அதிமதுரம் 30 கிராம், திப்பிலி 20 கிராம், ஏலம் 10 கிராம் எடுத்து உலர்த்திப் பொடித்து அத்துடன் 60 முதல் 80 கிராம் வெல்லச் சர்க்கரையைச் சேர்த்துக் கலந்து சேமித்துக் கொள் ளவும். இதில் காலை, மாலை 20 அரிசி எடை எடுத் துத் தேனில் குழைத்தோ, பாலிலோ, வெந்நீரிலோ கலக்கி அருந்த மார்பு எரிச்சல், பக்கசூலை, புளியேப் பம், பசியின்மை, வறட்சி, வயிற்று உப்புசம், வாந்தி, குமட்டல், செரியாமை, பெருஏப்பம், உமிழ்நீர் மிகு வாகச் சுரத்தல், இரவில் கடைவாயில் உமிழ்நீர் வடி தல் ஆகியவை குணமாகும். சுக்கு 2 துண்டு, மிளகு 10, சீரகம் 40 கிராம், உரித்த பூண்டு 5, ஓமம் 15, சோற்றுப்பு 15 கல் ஆகியவற்றை வறுத்து இறக்கி அவற்றுடன் வேப்பிலைக் கொழுந்து 6 கிராம் போட்டுச்சிறிது நீர் சேர்த்து அம்மியில் வைத்து மைபோல் அரைத்துச் சேகரித்துக்கொள்ளவும். இத் துடன் 50 மில்லி வெந்நீரைச் சேர்த்துக் கலக்கி வடி கட்டி வடிகட்டிய நீரைக் குழந்தைகட்குச் சங்களவு தாய்ப்பாலில் கலந்து தர கணை, மற்றும் மாந்த நோய்கள்விலகும். சிறுவர்களாயின் ஒரு சங்கு போதும். இவ்வாறு நாள் ஒன்றுக்கு மூன்று அல்லது நான்கு வேளை தரலாம்.

பூச்சிகளும் நோய்களும். பூச்சிகளுள் இஞ்சித் தண்டு துளைப்பான் (tissue borers) முக்கியமானதொன் றாகும். டைக்கோகுரோசிஸ் பங்க்டிஃபெராலிஸ் (*dichocrosis punctiferalis*) என்னும் புழு தண்டைத் துளைத்துக் காயச் செய்யும். இதனைக் கட்டுப்படுத்த 0.05% டைமீதோயேட்டு அல்லது பாஸ்பமிடான் பூச் சிக்கொல்லி மருந்தைத் தெளிக்கவேண்டும். சலாய் டோமியா ஆர்ட்டிகார்னிஸ் (*chaloidomyia articornis*), யூமெரஸ் (*eumerus*) மற்றும் மிமிகிரெல்லா (*mimegrella*) என்னும் புழுக்கள் நில மட்டத் தண்டைத் துளைத்து அழுகச் செய்கின்றன. இலைகளைத் தின்னும் புழுக்களில் யுடஸ்பெஸ்ஃபோலஸ் (*udas pesfolus*), செதிள் பூச்சிகளில் அஸ்ப்பிடியோட்டஸ் ஹார்ட் டியை (*aspidiotus hartii*) முதலியவையும் இஞ்சிப் பெயரில் சேதத்தை உண்டாக்குகின்றன. நூறபுழுக் களில் மெலாய்டகைன் இன்காக்னிட்டா (*meloidogyne incognita*) மற்றும் ரேடோபோலஸ் சிமிலிஸ் (*radopholus similis*) என்பவை சேதம் விளைவிப்பதாக அறியப் பட்டுள்ளது. நோய்களுள்ள மட்ட நிலத் தண்டழு கல் (rhizome rot), இலைப்புள்ளி, பேக்டீரியவாடல் (bacterial wilt) முதலியவை முக்கியமானவை. மட்ட நிலத் தண்டழுகல் பித்தியம் அஃபானிடெர்மேட்டம் (*pythium aphanidermatum*), பித்தியம் கிராசைல்(*pythium gracile*)பித்தியம் மிரியோட்டைலம்(*pythium myriotylum*), பித்தியம் வெக்சான்ஸ் (*pythium vexans*) ஆகிய பூசணங் களினால் உண்டாகிறது. நோய் கண்ட செடியின் முதல் அறிகுறியாக இலைகள் இளமஞ்சள் நிறமாக மாறிவிடுகின்றன. இலையின் நுனி கருகிப் பின்பு இலை முழுதும் காய்ந்து உதிர்ந்து விடும். செடி யின் தூரும் நிலமட்டத் தண்டுப் பகுதியும் அழுகி

நீர்க்கசிவோடு இருக்கும். நாளடைவில் மட்டநிலத் தண்டுப் பகுதி முழுவதும் கெட்டுக் குழகுழ என்று மாறும். நோய் மண்ணிலுள்ள பூசணத்தின் மூலம்பரவுகிறது. வடிகால் வசதியில்லாத நிலங்களில் இந்நோய் அதிகமுண்டாகிறது. இந்த நோயைக் கட்டுப்படுத்த நோயில்லாத நிலமட்டத் தண்டுகளை நடவேண்டும். மட்ட நிலத் தண்டுகளை நடுவதற்கு முன்பு 0.1சத கார்பெண்டசிம் கரைசலில் நனைத்து நடவேண்டும். இந்த நோய்க்குச் சில இரகங்களில ஓரளவே எதிர்ப்புத்திறன் காணப்படுகிறது. இஞ்சியை நிலத்தில் ஊன்றுமுன் குழிகளில் 0.1 சத கார்பெண்டசிம் மருந்துக் கரைசலை ஊற்றுதலும் சிறந்த முறையாகும். இலைப்புள்ளி நோயை ஃபில்லோஸ்டிக்டா ஜிஞ்ஜிபெரி (*phyllostica zingiberi*) என்னும் பூசணம் உண்டாக்குகிறது. நோய் காரணமாக இலைகளில் வட்ட வடிவம் அல்லது நீள்வட்ட வடிவில் புள்ளிகள் தோன்றும். புள்ளியின் மையம் சாம்பல் கலந்த நிறமாக இருக்கும். புள்ளியைச் சுற்றிக்கருஞ்சிவப்பு நிற வளையம் சூழ்ந்திருக்கும். நோய் தீவிரமாகும்போது பல புள்ளிகள் இலையின் மேல் தோன்றி இலைகளைக் கருகச் செய்யும். இது மழைக்காலங்களில் அதிக அளவில் தோன்றும் நோயாகும். இந்த நோய் பூசண வித்துக்கள் காற்றின் மூலம் பிற இடங்களுக்குப் பரவி நோயை உண்டாக்கும்.

இலைப்புள்ளி நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு, மழைக்காலத்திற்கு முன்பும் பின்பும் 15 நாட்களுக்கு ஒருமுறை என இருமுறையும் 0.25% தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு பூசணக் கொல்லியைச் செடியின்மீது தெளிக்க வேண்டும். சூடோமோனாஸ் சொலனேசியாரம் (*pseudomonas solanacearum*) என்னும் இஞ்சியில் தோன்றும் பேக்டீரியா வாடல் நோய்க்குக் காரணமாகிறது. இது இந்தியாவில் தமிழ்நாட்டில் முதன் முதலில் தோன்றியது. இதனைக் கேரளாவில் 1978 ஆம் ஆண்டில் கண்டறிந்தனர். இந்த நோய் கொடியதொன்றாக இருந்த போதிலும் உரிய கட்டுப்பாட்டு முறைகள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப் படவில்லை.

கோ. அர்ச்சுனன்

நூலோதி

1. Anonymous Handbook of Agriculture, ICAR, New Delhi, 1980.
2. Chattopadhyay. S.B., Diseases of Plants Yielding Drugs, Dyes & Spices, ICAR, New Delhi, 1967.
3. Purgeglove. J.W., Tropical Crops, Monocotyledons, Vol.2., Longman Group Ltd., London, 1972.

இஞ்சி (சித்த மருத்துவம்)

இஞ்சி குழந்தைகள் முதல் பெரியோர் வரையில் அனைவரும் பயன்படுத்தக் கூடிய மிக எளிய மருந்துப் பொருளாகும். இதன் மேல்தோலைப் போக்கித் தூய்மைப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். தூய்மைப் படுத்தப்பட்ட இஞ்சி, சுரசம், சாறு, குடிநீர், சர்பத்து, லேகியம், தைலம் போன்ற பல்வேறு வகையான மருந்துகள் செய்யப் பயன்படுகிறது.

இஞ்சி சுரசம். தோல் சீவிய இஞ்சியை அரைத்து நீரில் கலந்து வடிகட்டி, வடித்த நீரைப் பாத்திரத்துடன் சிறிது நேரம் சாய்த்து வைக்க அடியில் மாவுப்பொருள் படிந்து இருக்கும். இதனை நீக்கி மேலேயுள்ள தெளிவை மட்டும் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இதுவே இஞ்சிச் சுரசம் எனப்படும். இதனைத் தனியாகவும், மற்ற மருந்துகளுக்கு அனுபானமாகவும் வழங்கலாம். குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் செரியாமை போன்ற வயிற்று நோய்களைப் போக்க வல்ல கை கண்ட மருந்து.

இஞ்சிச்சாறு. இஞ்சியை அரைத்து நீர் கலந்து வடிகட்டிப் பயன்படுத்துவதே இஞ்சிச் சாறு எனப்படும். செரியாக் கழிச்சலுக்கு இஞ்சிச் சாற்றை கொப்பூழ் சுற்றித் தடவி வரலாம். இஞ்சிச் சாறும், வெங்காயச் சாறும் சரிஎடை கலந்து வாந்தி, குமட்டல் இவைகட்குப் பயன்படுத்தலாம். பிறந்த குழந்தைகளுக்குச் செவ்வாப்பு, கருவாப்பு வராமல் தடுக்க கழுதைப் பாலும், இஞ்சிச் சாறு சிறிதும் கலந்து கொடுப்பதுண்டு. இஞ்சிச் சாறு, மாதுளம் பூச்சாறு, தேன் சம எடை கலந்து வேளைக்கு 30 மி.லி. வீதம் சாப்பிட்டு வர சளை, இருமல் போன்றவை குணமாகும்.

இஞ்சித் தேனூறல். இஞ்சியைக் கீற்றுக்களாக நறுக்கித் தேனில் ஊற வைத்து நாள்தோறும் காலையில் உண்டுவர நரை, திரை, மூப்புகளற்று வாழலாம். இது ஒரு காயகற்ப முறையாகும்.

இஞ்சிச் சாறு தேன் சேர்த்துப் பாகு செய்து குங்குமப்பூ, ஏலம், சாதிக்காய், கிராம்பு இவற்றைப் பொடி செய்து தூவிக் கிளறி எடுத்து, நன்றாகச் தூய்மை செய்த சுன்னாடி அல்லது பீங்கானில் வைத்துக் கொண்டு தேவையானபோது ஒன்று அல்லது இரண்டு சுண்டையளவு கொடுக்க வயிற்று வலி, வயிற்றுப் பொருமல், வாந்தி முதலிய நோய்கள் நீங்கும்.

இஞ்சிக் குடிநீர். இஞ்சி, திரிகடுகு, ஏலம், அதிமதுரம், சீரகம், சந்தனத்தூள் இவை சரிஎடை சேர்த்து 8 பங்கு நீர் சேர்த்துக் கொதிக்கவைத்து ⅛ ஆகச் சுண்ட வைத்து 5,6 வேளை உண்ணப் பித்தம் நீங்கும்.

இஞ்சி எண்ணெய். இஞ்சி, சிவதை, சீந்தில், நிலவாகை, கொடிவேலி, கழற்சிக்கொடி, முடக்கொத்தான் சமூலம், பூண்டு, திரிகடுகு இவை வகைக்கு 35 கிராம் எடுத்து அரைத்து 500 மி.லி. ஆற்றாமணக்கு நெய்யில் கலக்கிக் காய்ச்சி வடிகட்டி வேளைக்கு ஓர்

உச்சிக் கரண்டியளவு கொடுத்துவர வாத குன்மம் தீரும்

இஞ்சிச் சூரணம்,இஞ்சி வடகம், இஞ்சி லேகியம் போன்ற மருந்து வகைகளும் பயன்பாட்டில் உள்ளன

சே. பிரேமா.

இட்டர்பியம்

இது ஓர் அருமண் தனிமம். இதன் குறியீடு Yb. அணு எண் 70. அணு எடை 173.04. இட்டர்பியம் (Ytterpium) தனிம வரிசை அட்டவணையில் லாந்த னைடு வரிசைத் தனிமங்களில் லுட்டீசியத்திற்கு முன்னே அமைந்துள்ளது. சுவீடனிலுள்ள இட் டர்பி (Ytterby) என்னும் ஊரில் கிடைத்த கனிமத்தி லிருந்து (mineral) முதன்முதலாக இது பெறப்பட் டதால் இத்தனிமத்திற்கு இட்டர்பியம் என்று பெய ரிடப்பட்டது. மோனசைட்டு (monasite), கடோலி னைட்டு (Gadolinite)ஆகிய கனிமங்களில் மிகச் சிறித ளவுள்ள இட்டர்பியம், 1907 ஆம் ஆண்டு ஜி. அர் பெய்ன் (G. Uurbain) என்பவரால் முதன்முதலில் தூயவடிவில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

இட்டர்பியம்

லாந்தனைடு தனிமங்களின் இணைதிறன் 3. ஆனால் இட்டர்பியம்2, 3 ஆகிய இரண்டு இணை திறன்களையும் பெற்றுள்ளது, அருமண் தனிமங் களில் உள்ள இட்ரியத்தை மட்டும் இரண்டு இணை திறன் நிலைக்குக் குறைத்துப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

லாந்தனம் உலோகத்துடன் இட்டர்பியம் ஆக் சைடைச் (Yp_2O_3) சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும் போது வெளியாகும் ஆவியைக்குளிரச் செய்தால் இட்டர் பியம் உலோகம் கிடைக்கிறது. இது மென்மையா னது: வெள்ளி போல் தோற்றமுடையது. இதன்உருகு நிலை 1097 செ; அடர்த்தி எண் 6.97.

இட்டர்பியம் அதிக வினைத்திறன் மிக்கது. எனவே காற்றில் திறந்து வைக்கப்பட்டால் காற்றி லுள்ள ஆக்சிஜனுடன் இணைந்து இதன் ஆக்சைடாக மாறுகிறது. நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைடிரஜனைத் தருகிறது.

வெண்ணிற இட்டர்பியம் (III)ஆக்சைடு (Yb_2O_3) அமிலங்களில் கரைந்து நிறமற்ற இட்டர்பியம் (II) உப்புகளைத் தருகிறது. எடுத்துக்காட்டு, $Yb\,Cl_3$ சேர்மம் ஹைடிரஜனால் குறைக்கப்படும் போது $Yb\,Cl_2$ ஆக மாறுகிறது, இட்டர்பியம் (II) சேர்மங் கள், வெளிர் பச்சை நிற முடையன. அவற்றின் நீர்க்கரைசல்கள் நிலையற்றன.

நெ. சு. ஞானப்பிரகாசம்

இட்ரோக்கால்சைட்டு

கால்சியம் இட்ரியம் ஃப்புளூரைடை வேதியியல் உட் கூறாகக் கொண்ட ஒருப்கதிரியக்கக் கனிமமே இட் ரோக்கால்சைட்டு (yttrocalcite) ஆகும். இதன் வேதி யியல் வாய்பாடு $Ca_8\,Y_2\,F_{16}$ என்பதாகும். இது இயற் கையில் அரிதாகக் கிடைக்கும் ஒரு கனிமம். இக்கனி மம் அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் (hexagonal system) படிகமாகிறது. இது தெளிவான பட்டகக் கனிமப் பிளவைக் கொண்டுள்ளது. இதன் கடினத் தன்மை 4 முதல் 6 வரை மாறுபடும்; அடர்த்தி 3.19; இதன் உருகுதிறன் 7. இது அமிலத்தில் கரையும் தன்மையுடையது. ஒளியியலாக ஓரச்சு, எதிர்மறைக் கனிமம். நார்வேயில் இக்கனிமம் நிறைந்து காணப் படுகிறது.

சு. ச.

நூலோதி

1. Winchell, A. N., Winchell, H, Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi, 1968.
2. Ford. W.E., Dana's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern, Ltd., New Delhi, 1985.

இட்ரோடான்ட்டலைட்டு

ஆக்ஸிஜன் உப்புக் கனிமத் தொகுதியில் நியோபேட்டு கள் டான்ட்டலைட்டுகள் பிரிவில் இட்ரியத்தை உட் கூறாகக் கொண்ட டான்ட்டலைட்டுகள் இட்ரோ டான்ட்டலைட்டுகள் (yttrotantalite) எனப்படும்.

இக்கனிமம் செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதியில் (orthorhombic crystal system) படிகமாகிறது. இதன் படிகவியல் அச்சுகளின் விகிதங்கள் முறையே a:b: c=0.5412:1:1.1330 ஆகும். படிகங்கள் பட்டக

வடிவிலும் மிகவும் தெளிவற்ற குறுஇணை வடிவப் பக்கக் (010) கனிமப் பிளவு கொண்டும் காணப்படு கின்றன. இதன் வேதியியல் உட்கூறு R^{II} R_2^{III} $(Ta, Nb)_4$ O_{15} $4H_2O$ என்பதாகும். இதில் R^{II} என் பது இரும்பையும், கால்சியத்தையும் R^{III} என்பது இட்ரியத்தையும், எர்பியத்தையும், சீரியத்தையும் குறிக்கும். இதில் நீர் துணைப்பொருளாகக் காணப் படும்.

இக்கனிமம்,குறை சங்கு முறிவையும் (concoidal fraction) குறை உலோகம் முதல் பளிங்கு, பிசின் வரையிலான மிளிர்வுகளையும் பெற்றுள்ளது. படிகங்கள் கருமை, பழுப்பு, மஞ்சள் நிறமுடையன வாகவும், இதன் உராய்வுத்துகள்கள் சாம்பல் நிறம் முதல் நிறமற்றனவாயும் காணப்படுகின்றன. இக்கனி மத்தின் கடினத் தன்மை 5 முதல் 5.5 வரையிலும் அடர்த்தி 5.5 முதல் 5.9 வரையிலும் மாறுபட்டுக் காணப்படும். இது உருகாத் தன்மையுடையது.

பரவல். சுவீடனில் இட்டர்பை (Ytterby) என்ற இடத்திலும், சிகப்பு ஃபெல்சுபார்களுடன் (red-feldspar) ஸ்ட்டாக்கோம்பின் வடகிழக்குப் பகுதி களிலும் கொப்பர்பர்கில் (Kopparberg), ஃபாலான் (Falun) என்ற இடத்திலும் காணப்படுகிறது.

பயன். அதிக அளவில் கிடைக்கப் பெற்றால் இட்ரியம் (Y) சீரியம் (ce) போன்ற கதிரியக் கனிமங் களின் முக்கிய தாதுவாகும்.

சு. ச.

நூலோதி

1. Ford, W. E., Dona's Text Book of Mineralogy, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.
2. Winchell, A. N., Winchell, H. I., Elements of Optical Mineralogy, Wiley Eastern Private Limlted,New Delhi, 1967.

இட்ரியம்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் மூன்றாம் தொகுதி யில் உள்ள ஸ்காண்டியம், லாந்தனம் ஆகிய உலோ கங்களுக்கு இடையே, இட்ரியம் (yttrium) அமைந் துள்ளது. இதன் குறியீடு Y. அணு எண் 39; அணு எடை 88.9.

கி. பி. 1794ஆம் ஆண்டு கடோலின் (J. Gadolln) என்பவரால், சுவீடனி நாட்டிலுள்ள இட்டர்பியில் (Ytterby) கிடைத்த கடோலினைட் கனிமத்திலிருந்து இட்ரியா (yttria) எனப்படும் ஆக்சைடு பெறப்பட் டது. இதிலிருந்து இட்ரியம், ஸ்காண்டியம், டெர் பியம் முதலிய பல தனிமங்கள் பிரித்தெடுக்கப் பட்டன. அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்களின் மூலம் தற்போது இத்தனிமங்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின் றன.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

இட்ரியம்

சிறிதளவு இட்ரியம், மோனசைட்டு (கேரளாவில் பெருமளவு கிடைக்கும் தோரிய பாஸ்பேட்டு கனி மம்), யூசெனைட்டு (usonite), செனோடைம் (xeno-time) கனிமங்களிலும் காணப்படுகிறது. பூமியின் மேற்பரப்பில், ஈயத்திற்கும் சற்று அதிகமாகவே இட்ரியம் உள்ளது. (28 ppm- ஒரு மில்லியனில் 28 பாகம்).

இட்ரியம் ஃபுளூரைடு (YF_3), கால்சியம் உலோ கத்தால் குறைக்கப் படும்போது, வெள்ளியை ஒத்த தோற்றமுடைய உலோக இட்ரியம் உருவாகிறது. அதன் உருகுநிலை 1796 செ.; அடர்த்தி எண் 4. 457; இணைதிறன் 3.

அமிலங்களில், இட்ரியம் ஆக்சைடு (Y_2O_3) கரை யும்போது, நிறமற்ற உப்புகள் உருவாகின்றன.

பயன்கள். ஐரோப்பியம் கலந்துள்ள இட்ரியத் தின் மீது, எலெக்ட்ரான்கள் படும்போது, மிகுந்த சிவப்பு ஒளி உண்டாகிறது. எனவே, இக்கலவை, தொலைக்காட்சித் (television) திரையின் உட்புறத் தில் பூசப்படுகிறது. இட்ரியம் இருமபு ஆக்சைடு ($Y_3Fe_5O_{12}$), நுண் அலைகளை (microwaves) நன்கு கடத்துவதால் ரேடார் (radar) போன்ற தகவல் சேக ரிப்புக் கருவிகளில் பயன்படுகிறது. கதிர்வீசும் தன்மையுடைய இட்ரிய ஓரிடத்தனிமங்கள் (isotopes) புற்றுநோயைக் குணப்படுத்த உதவுகின்றன. மேலும் அணு உலைகள் அமைப்பதிலும் இட்ரியம் பயன் படும் வாய்ப்பு உள்ளது.

நெ. சு. ஞானப்பிரகாசம்

இட உயரமானி

ஓர் இடம் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் எவ்வளவு உயரத்தில் உள்ளது என்பதனை அளக்கப் பயன் படும் அளவியே இட உயரமானி (hypsometer) ஆகும். நிலக்கோளத்து வளிமண்டலத்தின் அழுத்தம், உயரத்தில் செல்லச் செல்லக் குறைகிறது. அழுத்தம் குறையும்போது ஒரு நீர்மப் பொருளின் கொதி வெப்பநிலை தாழ்கின்றது. இவ்வுண்மைகளை அடிப் படையாகக் கொண்டு இக்கருவி உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. நீரின் கொதிநிலையை இக்கருவி கொண்டு துல்லியமாக அளக்க முடியும். இந்த அளவை, அடியாகக் கொண்டு வளிமண்டல அழுத்த மும், அதற்கு நேராக அளக்கப்படும் அவ்விடத்தின் உயரமும் கணக்கிடப்படுகின்றன. வானூர்திகள் எவ்வளவு உயரத்தில் பறக்கின்றன என்பதை அறிந்து கொள்வதற்கும் இக்கருவிகள் பயன்படு கின்றன. இன்று இட உயரமானிகளுக்கு மாற்றாக நீர்மம் இல்லாப் பாரமானிகள் (aneroid barometer) பயன்பாட்டில் உள்ளன. காண்க, பாரமானி.

கொ. சு. ம.

இடக் கைப்பழக்கம்

முதல் ஆண்டில் குழந்தையின் கைப் பழக்கம் ஒரு கையிலிருந்து மறுகைக்கு மாறுவது இயல்பு. பிறந்த சில வாரங்களில் பெரும்பாலும் இடக் கைப்பழக்கம் இருத்தலும் பின்னர் இரண்டாவது ஆறு மாதத்தில் வலக்கைப் பழக்கம் ஏற்படுவதும் வழக்கமாகும். சீரற்ற விசையுள்ள கழுத்து அனிச்சைச் செயலின் (asymmetrical tonic neck reflex) திசைதான் கைப் பழக்கத்திற்கு முதல் அடையாளம் எனச் சில மருத்துவ அறிஞர்கள் தெரிவித்துள்ளார்கள். சாதா ரணமாகக் கைப்பழக்கம் இரண்டாவது ஆண்டில் நிலை நாட்டப்படுவதாகும். ஆனால், மூன்று அல்லது நான்கு வயது வரை இக்கைப்பழக்கம் உறுதியாக நிலை நாட்டப்படுவதில்லை.

குழந்தை ஓரளவு வளர்ந்த பின்னர் பல்வேறு வழிகளில் குழந்தையின் கைப்பழக்கத்தைச்சோதிக் கலாம். ஒரு பந்தை உதைக்கச் செய்து குழந்தையின் ஆதிக்க மிகுந்த காலினையும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

இடக்கைப் பழக்கம் என்பது வலக்கைப் பழக் கத்திற்கு நேர் எதிரானதன்று. வலக்கைப் பழக்கம் உடையோர் எப்போதும் வலக்கையையே பயன்படுத் துவர். ஆனால் அதிக அளவில் இடக்கைப் பழக்க முடையோர் சில சமயங்களில் வலக் கையையும் பயன்படுத்துவர். எனவே, அவர்கள் இரு கைப்பழக் கத்தோர் எனக் கூறப்படுவார்கள்.

கைப்பழக்கம் எந்த அளவு மரபு முறையால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்றும், எந்த அளவு, சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலை காரணிகளான பின்பற்றுதல், கட்ட ளையிடுதல், சமூக நிர்ப்பந்தம் போன்றவற்றிற்குச் சம்பந்தப் பட்டுள்ளது என்றும் கருத்துவேறுபாடுகள் உள்ளன. இடக் கைப்பழக்கம் ஒற்றைக் குழந்தை களைவிட இரட்டைக் குழந்தைகளிடத்தில் மும் மடங்கு அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. பெற்றோர் இருவரும் இடக்கைப் பழக்கமுடையோராயிருப்பின் குழந்தைகளிடம் இப்பழக்கம் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. அதுபோல், பெற்றோர்களில் ஒருவ ருக்கு இடக்கைப் பழக்கமிருப்பின் குழந்தைகளிடம் ஓரளவிற்கு இடக்கைப் பழக்கம் அதிகமாக உள்ளது. இதனால் இப்பழக்கம் குடும்பச் சார்புடையது எனக் கூறுவது தவறாகும். ஏனெனில் 84 சதவீதம் இடக் கைப்பழக்கம் உடைய குழந்தைகளின் பெற்றோர்கள் னைவரும் வலக்கைப் பழக்கமுடையோராக இருப்பதி லிருந்து அறியலாம். எனவே கைப்பழக்கத்திற்கு, ஓரளவு மரபுவழியும் ஓரளவு சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை யும் காரணங்களாம்.

படித்தற்குச் சிரமமும், கற்றுக் கொள்ளும் தன் மையில் சீர்குலையும் கைப்பழக்கத்திற்குத் தொடர் புண்டு என்பதைக் குறித்தும் கருத்து வேறுபாடு உள்ளது. பொதுவாக, இடக்கை அல்லது இரு கைப் பழக்கமுடையோர் மொழிச் சோதனைகளில் பின் தங்கியுள்ளவராகச் சான்றுகள் இல்லை. எழுதும் திறனிலும் வலக்கைப் பழக்கத்தோருக்கும் இடக்கைப் பழக்கத்தோருக்கும் அதிக வேறுபாடில்லை, ஆனால் இடக்கைப் பழக்கமுடையவர் எழுதும்போது இயக் கத்தில் கடினத்தை உணர்ந்தால், விரைவில் சோர் வடைந்துவிடுவர். வலக்கைப் பழக்கமுடைய குழந்தைக்குக் குழவிப்பக்க வாத நோய் (infantile hemiplegia) தாக்கப்பட்டு வலப்பக்கம் வாத மேற் பட்டாலும், இளம்பிள்ளை வாதம், மூளைக்காய்ச்சல் ஆகியவற்றால் வலப்பக்க வாதம் ஏற்பட்டாலும் அக்குழந்தை இடக்கைப் பழக்கத்தை ஏற்படுத்திக் கொள்ளும்.

வலக்கைப் பழக்கமுடையவர்களுக்கு இடப்புறப் பெருமூளை அரைக்கோளம் ஆளுமையுடன் இருப்பது போல், இடக்கைப் பழக்கமுடைவர்களுக்கு வலப் புறப் பெருமூளை அரைக்கோளம் ஆளுமையுடன் இருக்கிறது.

கைப் பழக்கத்தைப் பற்றிய பல பிரச்சினைகள் தீர்வு செய்யப்படாமலேயே உள்ளன. கைப்பழக்கத் திற்குத் தொடக்கநிலை ஒரு பகுதி மரபு முறையும் மறுபகுதிச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையும் காரணம் எனலாம். எழுதப்படிக்க ஏற்படும் சிரமங்கள் கைப் பழக்கத்தால் வருகின்றன என்று கடந்த காலத்தில் மிகைப்படுத்திக் கூறியுள்ளனர். ஆனால் இப்பிரச்சி னைகள் கைப்பழக்கத்தால் வருவன அல்ல என்பது தற்போது தெள்ளத் தெளிவாக விளங்குகிறது.

இடக்கைப்பழக்கம் விளையாட்டு அரங்கிலும் மற்ற வாழ்க்கைத் துறைகளிலும் வெற்றியடையத்

தடையாக இருக்காது, அதை ஒரு குறையாகவும் கொள்ளக்கூடாது.

பா. ரா. சந்தானகிருஷ்ணன்

இடத்தியல் இயங்கியல்

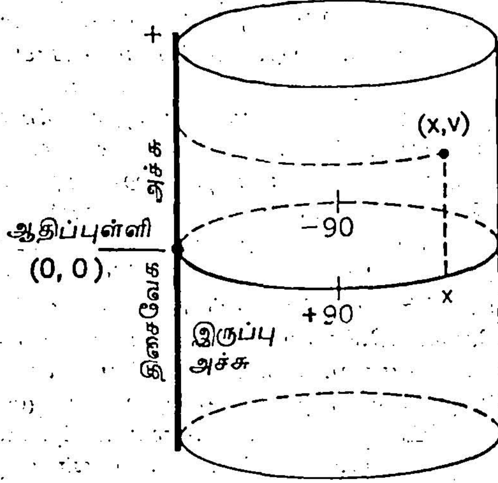
இடத்தியல் உருமாற்றக் குலங்களையும் (topological transformation group) அவற்றின் பயன்பாடுகளை யும் பற்றிப் படிக்கும் பகுதி இடத்தியல் இயங்கியல் (topological dynamics) எனப்படும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் ஹென்றி பாய்ன்கேர் (Henry Poincare) என்பவர், பழங்கால இயக்கவிய லில் (classical mechanics) உள்ள வகை கெழுச் சமன் பாடுகளின் தீர்வு பற்றிய பண்புகளைக் கண்டறிந்த கருத்துகளை மையமாகக் கொண்டு இது வளரத் தொடங்கியது. இது மேலும் 20 ஆம் நூற்றாண்டில் கணிதத்தின் ஒரு பிரிவாக வளரத் தொடங்கியது.

இயற்பியலில் பொருள்களின் இயக்கம் பற்றிப் படிப்பதற்கு ஆயங்களுடன் (co ordinates) நேர்கோடு, தளப்பரப்பு, முப்பருமானவெளி (three dimensional space) போன்ற அமைப்புகளின் தேவை ஏற்பட்டது. இவ்வாறு ஆயங்களைத் திட்டவட்டமாகப் பயன் படுத்திக் கணித மாதிரிகளை உருவாக்கும்போது எழுந்த மற்றொரு கருத்து, இடத்தியல் மடிப்பு வெளி கள் (topological manifolds) ஆகும். இவற்றை 1854 ஆம் ஆண்டு பெர்னார்டு ரீமான் (Bernhard Riemann) ஆராய்ந்தார். எந்த ஓர் அண்மையகத்திலும் (locally) R, R^2, R^3 --- என்று உள்ள கார்ட்டீசியப் பெருக் கல் வெளிகளில் ஏதேனும் ஒன்றுக்கு, ஓரியல்புடைய தாக அமைந்த இடத்திய வெளி இடத்திய மடிப்பு வெளி எனப்படும். காண்க, இடத்திய வெளி.

மடிப்பு வெளிகள். நேர்குத்துச் சமதளத்தில் குறிப் பிட்ட அச்சைப்பற்றி அலையும் ஊசலின் இயக் கத்தில், ஊசலின் நிலைகளைக் கொண்ட கணம் ஒரு பருமானத் தொடரகம் (continuum) ஆகும். எந்த ஒரு நிலையிலும், ஊசல் கடிகார முள் திசையிலோ எதி ராகவோ தன்து அச்சைப் பொறுத்து நகர முடியும். இந்தத் தொடரகம் மெய்யெண் தொடரகம் R இலி ருந்து வேறுபட்டதாகும். ஊசலின் நிலையை அறிய மெய்யெண்களைப் பயன்படுத்தினால் சில நிலை களை விவரிக்க இயலாது. ஏனென்றால் சில நிலை களை விவரிக்காமலேயே ஒரேநிலையைக் குறிக்க ஒன் றுக்கும் மேற்பட்ட மெய்யெண்களும் உள்ளன. எடுத் துக்காட்டாக, ஊசலின் ஓய்வுநிலையான செங்குத் துக் கீழ்நோக்கு நிலையிலிருந்து, எந்த நேரத்திலும் ஊசலை இணைக்கும் நேர்கோடு அமைக்கும் கோணத்தைப் பாகையில் குறித்தால் -180° இலி ருந்து + 180° வரையுள்ள மெய்யெண்கள் ஊசலின் நிலையைக் குறிக்கின்றன. ஆனால், -180°, + 180° என்ற இரு கோணங்களும் முறையே செங்குத்து மற் றும் மேல் நோக்கு நிலையைக் குறிக்கின்றன. எனவே ஊசலியின் நிலையைத் தெரிவிக்கும் பொருத்தமான கணிதப்படிமம் (mathematical model) வட்டம் ஆகும். மெய்யெண் கோடு R அன்று. வட்டத்தின் மீது உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் ஒத்த பொருத்த மான ஒரு நிலை, தொடரகத்தில் இருக்கும். தொங்கு புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு வட்டம் வரைந்து, ஒவ்வொரு நிலையிலும், ஊசலின் நிலைக்கோடு, வட்டத்தை வெட்டும் புள்ளியோடு பொருத்தினால் இது நன்கு விளங்கும். ஓய்வுநிலைக்கு அண்மையில் இருக்கும் ஊசலின் நிலையை விளக்க - 90° க்கும் +90°க்கும் இடைப்பட்ட மெய்யெண்கள் போதுமான வையாகும். இது போன்றேஊசலின் எந்த ஒரு குறிப் பிட்ட நிலைக்கும் அண்மையில் உள்ள நிலைகளை ஐயமின்றித் தெரிவிக்க மெய்யெண்களின்இடைவெளி (a, b) போதுமானதாகும். அதாவது, ஊசலின் நிலைக்கணமும், மெய்யெண்கள் கணமும், ஓரியல் புடைய வெளிகள் ஆகும். இத்தகைய வெளி ஒரு பரி மான இடத்தியல் மடிப்பு வெளி எனப்படும். பாதையி னால் இணைப்பு ஒருபருமான மடிப்பு வெளிகளுக்கு மெய்யெண் கோடு R, வட்டம் S முதலியன சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

இரு பருமான வெளிகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க் கும்போது தொடர்புடைய எளிய மடிப்புகளின் குடும் பம் மிகப் பெரியதாகும். இருபருமான மடிப்புகள் அல்லது புறப்பரப்பு ஆகியவை R^2 வெளிக்கு ஓரியல் புடையனவாகும். இருபருமான மடிப்பு வெளி, இயங் கியலில் எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதைப் பின் வரும் எடுத்துக்காட்டிலிருந்து அறியலாம். சமதளத் தின்மீது ஊசல்குண்டு நகரும் வண்ணம் அமைந்த ஊசலின் இயக்கத்தை எந்த நேரத்திலும் ஊசலின் நிலையும் திசைவேகமும் தெரிந்தால் அடுத்தடுத்து வரும் ஊசலின் நிலைகளையும், திசை வேகத்தையும் முன்கூட்டியே கணிக்கலாம். இதற்கு வேண்டிய விவரம், ஊசலியின் நிலையையும், திசைவேகத்தையும் இருபருமான மடிப்பில் குறிப்பதற்கு, ஒரு புள்ளி போதுமானதாகும். ஊசலியின் நிலையறிய வட்டத் தின் மீது ஒரு புள்ளி போது மானதாகும். ஆனால் ஊசலி வட்டப் பாதையில் முன்னோக்கியோ பின் னோக்கியோ அலைவதால், அதன் திசைவேகத்தை v எனும் மெய்யெண்ணால்குறிக்கலாம். இதை இடஞ் சுழியாகச் சுழன்றால் நேர்ம எண்ணாலும் வலஞ் சுழியாகச் சுழன்றால் எதிர்ம எண்ணாலும் குறிப் பது வழக்கம். எனவே. ஊசலின் நிலை திசைவேக வெளி (velocity space) அல்லது நிலை வெளி (phase spasce) $S^1 \times R$ வெளி ஆகும். இதில் உள்ள உறுப்புகளின் அமைப்பு (x,v) என்ற அமைப்பில் இருக் கும். இது முப்பருமான வெளியில் உருளைப் புறப் பரப்பு (cylindrical surface) ஆகும். (காண்க, படம் 1)

இயங்கியல் அமைப்புகள் (dynamical system). உருளையின் புறப்பரப்பில் உள்ள (x,v) என்ற புள்ளி



படம் 1

யில் ஊசல் ஆடத் தொடங்கினால். அதனுடைய அடுத்தடுத்த நிலைகள், திசைவேகங்கள் ஒரு வளைவை உருவாக்குவதை உணரலாம். அதாவது, ஊசலின் இயற்பியல் பண்பு நிலை வெளியில் அதற்கான சுற்றுப் பாதைகளால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இத்தகைய வளைவுகள் இயங்கியல் அமைப்புகள் எனப்படும். உராய்வின்றி ஆடும் ஊசலின் இயக்கத்தைக் காட்டும் சுற்றுப் பாதைகளை ஆராய்வதற்காக மேலே குறித்த உருளைப்பரப்பை $x = 90$ என்ற நேர்கோட்டின் வழியாகப் பிளந்து சமதளமாக்கினால், படத்தில் உள்ளவாறு ஒரு வரைபடம் கிடைக்கும். இங்கு நிலை அல்லது இருப்பு அச்சுக்கு (position axis) மேலமைந்த வளைவுகள் இடஞ்சுழி இயக்கங்களையும், கீழுள்ள வளைவுகள் வலஞ்சுழி இயக்கங்களையும் குறிக்கின்றன. இதில் ஒரு புள்ளியுடைய சுற்றுப்பாதைகள் இரண்டு உள்ளன. ஊசலின் ஓய்வு நிலையைக் குறிக்கும் புள்ளி P ஒன்றாகும். மற்றொன்று தொங்குபுள்ளிக்கு நேர்மேல் ஊசல் நிலையைக் குறிக்கும் புள்ளி P′ ஆகும். மேலும் இரண்டு சுற்றுப்பாதைகள் நேர்கோடுகளாக இருக்கின்றன. அவை நிலைகள் Q,Q′ இன் வழியாகச் செல்கின்றன. ஏனைய சுற்றுப்பாதைகள் வட்டங்கள் ஆகும். P(0,0) ஐச் சுற்றி அமைந்த பாதைகள் சிறு அசைவுகளையும் P′(180°,0) ஐச்சுற்றி அமைந்த பாதைகள் மிகுதிசைவேகச் சுழற்சியையும் குறிக்கின்றன. இயற்பியல் அமைப்புகளின் மொத்தப் பண்புகளின் தன்மைகள் இடத்தியலுக்கு (topology) மிகவும்நெருங்கிய தொடர்பு உடையனவாகும். இத்தொடர்பே இடத்தியல் இயங்கியலுக்கு அடிப்படை ஆகும்.

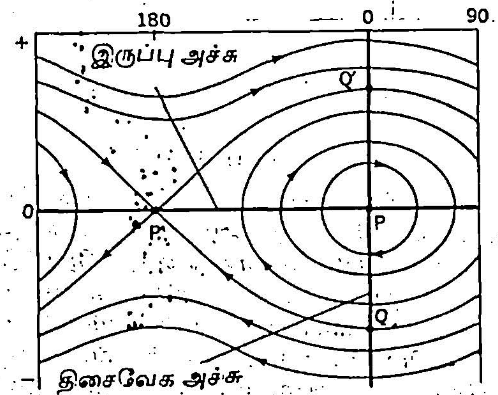
தற்கால இடத்தியலுக்குத் தந்தை எனப் போற்றப்படும் ஹென்றி பாய்ன்கர் 1800 ஆம் ஆண்டில் விண் பொருள்களின் இயங்கிய அமைப்புகளை ஆராய்ந்த போது அதன் விளைவாக இடத்தியல் கருத்துக்கள் மேலும் உருவாகின,

லாகிரேஞ்சு (Lagrange)ஹாமில்ட்டன் (Hamilton) இருவரும் இயக்கத்திற்கான வகைகெழுச் சமன்பாடுகளைத் திட்டமிட்டு எழுதுவதற்கான பொதுமுறைகளைக் கண்டனர். அவர்கள் கண்ட முறைகளில் இயக்க ஆற்றல், நிலையாற்றல் ஆகியவற்றிற்குச் சார்புகளைக் கண்டு, இச்சார்புகளைப் பகுதி வகைக்கெழு காண்பது போன்று சில செயல்களுக்கு உட்படுத்தி இயக்கச் சமன்பாடுகளைப் பெறலாம் என்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஆற்றல் மாறாத இயக்க அமைப்பு ஒன்றின் பொது ஆயங்கள் $(q_1 q_2 \ldots q_n)$ ஆனால், இவ்வமைப்பின் நிலையாற்றல் U, இயக்க ஆற்றல் T ஆகியவற்றைக் கொண்டு $L = T - U$ என வரையறுக்க லாகிரேஞ்சு சார்பு கிடைக்கும். (t_0, t_1) நேர இடைவெளியில்

$\int_{t_0}^{t_1} (\bar{q}, \dot{q}, t)\, dt$ என்ற சார்பு பெருமம் தரும் வண்ணம் இயக்கம் நடைபெறுகிறது. அதாவது, மேற்கண்ட தொகையால் கணிப்பிடப்படும் செயல் மீச்சிறு மதிப்படையும் வண்ணம் இயக்கம் நடைபெறுகிறது என்பது ஹாமில்ட்டனின் தத்துவமாகும். இத்தத்துவத்திலிருந்து

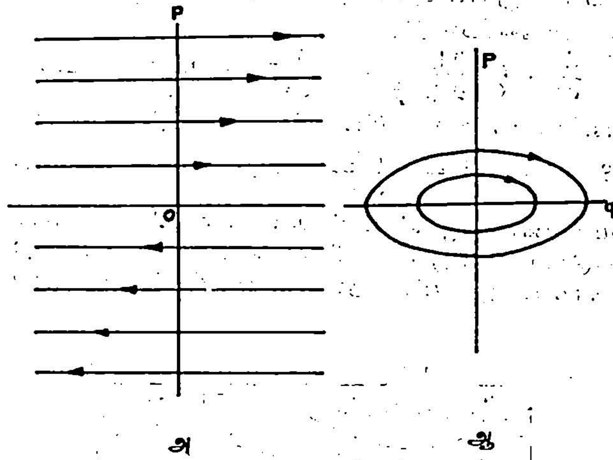
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0, \ (i = 1, 2 \ldots n)$$

என்ற லாகிரேஞ்சு இயக்கச் சமன்பாடுகளைத் தருவிக்கலாம். $P_i = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}$ என்ற உருமாற்றத்தால் மேற்கண்ட n இரண்டாம் வரிசை வகைகெழுச் சமன்பாடுகளை 2 n முதல் வரிசை வகைகெழுச் சமன்பாடுகளாக மாற்றலாம். அதாவது ஹாமில்ட்டன் சார்பு



படம் 2

$H(p, g, t) = \sum_{i=1}^{\omega} p_i \dot{q}_i - L(\bar{q}, \dot{\bar{q}}, b)$ எனக் கொண்டால் $\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}$, $\dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i}$ என்ற திட்டவட்டச் (canonical) சமன்பாடுகளைப் பெறலாம். $\bar{q} = (q_1, q_2, \ldots, q_n)$ எனில், $\bar{q}$ என்பது அமைப்புவெளி (configuration space) ஆகும். $(\bar{p}, \bar{q})$ என்பது நிலை வெளி (phase space) ஆகும். நிலை வெளியில் பாய்வு (flow) என்பது g^t = $\{\bar{p}(o), \bar{q}(o)\} \longleftrightarrow \{\bar{p}(t), \bar{q}(t)\}$ என்ற வடிவில் எழுதக்கூடிய t அலகு தன்னளவு (parameter) ஆகக் கொண்ட உருமாற்றக் குலம் ஆகும். எடுத்துக் காட்டாக $H = \frac{1}{2}p^2$ என்ற பொருண்மையுள்ள துகளுக்கான இயங்கியல் அமைப்புகள் அதாவது ஒட்டவரைகள் நேர்கோடுகள் ஆகும். (காண்க, படம் 3 அ). $H = \frac{1}{2m}p^2 + \frac{1}{2}kq^2$ சார்பைக் கொண்ட இசைவு ஊசலிக்கான (harmonic oscillator) இயங்கியல் அமைப்புகள் நீள்வட்டங்களாகும் (காண்க, படம் 3 ஆ)



படம் 3

நிலைவெளி என்பது இயக்கம் நடைபெறும் இயற்பியல் வெளி அன்று ஆனால், இயக்க அமைப்பின் நிலையை (state) அதாவது எந்த நேரத்திலும் அதன் இடத்தையும், வேகத்தையும் அறிவிக்கும் பிரதிநிதியான (representative) வெளியாகும். இயக்கம் தொடக்க நிலையைத் தெரிவிக்கும் புள்ளியிலிருந்து நேரம் செல்லச் செல்ல (q_1, q_n, p_1, p_n) புள்ளி நகர்ந்து ஒரு பாதையாக நிலை வெளியில் அமைகின்றது. லியோவில்லின் (Lieuville) தேற்றம் இயக்க அமைப்புகளின் பாய்வு, நிலை வெளியில் கொள்ளளவு மாறாவண்ணம் நிகழ்கின்றது எனத் தெரிவிக்கின்றது. மொத்த ஆற்றல் மாறாததால், இயக்கத் தொடக்கத்தில் உள்ள ஆற்றல் மதிப்பிற்கொத்த மிகுவளை பரப்புகளின் மீது ஒட்டவரைகள் அமைகின்றன. இவ் வளைபரப்புகளின் மீது பரப்புகள் மாறாவண்ணம் இயக்கம் நிகழ்கிறது. வளிமத்தின் (gas) இயக்கத்தைக் கருதினால் ஆற்றல் தீர்மானிக்கும் வளை பரப்புகள் முடிவுள்ளவையாகும். எனவே, இத்தகு அமைப்புகளைப் படிப்பதற்கு முடிவுள்ள அளவு வெளிகள் (finite measure spaces) தகுந்த வகைமைகளாக அமைகின்றன. வேலைக் கோட்பாட்டில் (engodic theory) பொருள்களில் இயங்கியல் அமைப்புகளின் வடிவக்கணிதப் பண்புகளை வெவ்வேறு கோணத்திலிருந்து ஆராயலாம். இயக்கத்திற்கான வகைகெழுச் சமன்பாடுகளிலிருந்துஎறிப்பாதைகளை (trajectories) அறிந்து கூறுதல் ஒரு முறை. இது வகையீட்டு இயங்கியல் (differential dynamics) முறை ஆகும். மேலும் நுட்பமாகச் சென்று இவ்வியக்கங்களைத் தோற்றுவிக்கும் இடத்திய உருமாற்றக் குலங்களைப் படிப்பதாகும்.

வகைகெழுச் சமன்பாட்டிலிருந்து பாய்வு. $\dot{x} = f(x)$, $x \in X \subset R^n$ என்றவகை கெழுச்சமன்பாட்டிற்கு $\pi(x,o) = x$ என்ற தொடக்கநிலைக் கட்டுப்பாட்டிற்கு உட்பட்ட $\pi(x,t)$ என்ற வடிவில் தீர்வு அமையும். X இடத்திய வெளியாகவும், R மெய்யெண்களாலான தொடர்ச்சியான குலம் ஆகவும் இருந்தால் $\pi: X \times R \to X$ என்பதை X இன் மீது செயல்படும் இடத்தியல் உருமாற்றமாகக் கருதலாம். இவ்வாறு கருதுவதால் மேற்கண்ட சமன்பாட்டினால் தீர்மானிக்கப்படும் இயக்கத்தின் சிறப்புத்தன்மைகளை விவாதிக்க இயலும். பொதுவாக $\pi: X \times R \to X$ என்ற வடிவில் செயல்படும் தொடர்ச்சியான குல உருமாற்றம் தொடர்ச்சியான பாய்வு (continuous flow) எனப்படும். இத்தகைய தொடர்ச்சியான பாய்வு வகைகெழுச் சமன்பாட்டிலிருந்துதான் கிடைக்க வேண்டுமென்ற அவசியம் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாக, பில்லியர்டு பந்தின் பாய்வைக் கருதலாம்.

x புள்ளியில் பலவகைப்பட்ட நிலைப்புத் தன்மைகள் உண்டு. x-இன் அண்மையகப் பின்னல் n_x என்க. $R^+ = \{t : \epsilon 1,0\}$, $\pi(x,t) = xt$ என்க. $A \subset R$ எனில் $XA = \{xt : t \epsilon a\}$ $L^+(x) = \{y \epsilon x : y = Lt\ xt_n,\ t_{n+1} > t_n > n\}$ $M > O$ நீளமுள்ள ஒவ்வொரு இடைவெளியும் A கணத்தை வெட்டுமானால் $A \subset R$ ஒப்பீட்டு அடர்கணம் எனப்படும். பின்வரும் வரையறைகளைக் கருதுக.

1. t இன் அனைத்து மதிப்புக்கும் $x(t) = x$ எனில், x நிலைத்தன்மை (stationary) பெற்றதாகும்.

2. x நிலைத்தன்மை பெற்று மேலும் n_x இல் உள்ள அனைத்து அண்மையகம் U இற்க்கும் $VR^+ \subset U$

என்றுபடி nx இல் V இருக்குமானால் x, பாய்ன்கேர் லியாபுனோஃப் நிலைப்பு நிலை உடையதாகும்.

3. U இல் உள்ள அனைத்து Y களுக்கும் $x \in L^+$ (y) எனும்படி n_x இல் U இருக்குமானால் x, எட்டா நிலையில் நிலைப்புப் பெற்றதாகும்.

4. t இன் அனைத்து மதிப்புக்கும் $xt = x(t+\theta)$ என்றவாறு $\theta > 0$ ஆக இருக்குமானால் x கால வட்டமுடையதாகும். θ இன் இத்தகு மீச்சிறுமதிப்பு, காலவட்டம் எனப்படும்.

5. n_x இல் உள்ள அனைத்து U விற்கும் {tϵR: xtϵu} என்ற கணம் ஒப்பீட்டு அடர்கணம் எனில் x ஏறத்தாழக் காலவட்டமுடையதாகும்.

6. n_x இல் உள்ள அனைத்து U விற்கும் {t>o: xt ∈ U} மேலும் {t<o, xt ϵ U} என்ற கணங்கள் வரம் பற்றவை எனில், x, பாய்சான் நிலைப்பு நிலை யுடையதாகும்.

7. t இன் அனைத்து மதிப்புக்கும் AtCA எனில், A மாறிலிக் கணம் ஆகும்.

எந்த x மதிப்புக்கும் xR சுற்றுப்பாதையில் அடைப்புமுடிய கணமாகும். வெற்றில்லா மீச்சிறு மூடிய மாறிலிக் கணம் சிறுமக் கணம் (minimal set) எனப்படும்.

மேற்கண்ட நிலைப்பு நிலைக் கருத்துகளிடையே பின்வரும் தரவாரியான வலிமை உறவு உள்ளது. எட்டாநிலை உறுதிநிலை ⇒ உறுதிநிலை நிலைத் தன்மை ⇒ காலவட்ட நிலை ⇒ ஏறத்தாழக் கால வட்ட நிலை ⇒ பாய்சான் உறுதிநிலை.

பாய்விலிருந்து இடத்தியல் இயங்கியல். இப்போது R இற்குப் பதிலாக ஏதேனும் ஒரு இடத்தியல் குலத்தை எடுக்க, π : Xxt → x என்ற இடத்திய உருமாற்றம் கிடைக்கும். மாறாக T = Z என எடுத்துக்கொள் வோமானால், இடையீட்டுப் பாய்வு (distance flow) நிகழும் வகையீட்டு இயங்கியலில் x என்பது வகை யீட்டு மடிப்பு வெளியாகவும் T என்பது லீகுலமாக வும், π வகைகெழுவுடன் கூடிய வழுவழுப்பான சார் பாகவும் இருக்கும்.

(x, T, π) என்ற இடத்திய உருமாற்ற காலத்தில் X இல் உள்ள ஓர் உறுப்பு x, π(x,t) = xt ஆனால் பின்வரும் வரையறைகளைக் காணலாம்.

1) T இன் அனைத்து t க்கும் xt = x எனில் t நிலைத்தன்மையுடையதாகும்.

2) xθ = x எனும்படி θ ≠ e இருப்பின் x கால வட்டமுள்ளதாகும், இத்தகு θ உறுப்புகளாலான உட்குலம் காலவட்டம் எனப்படும்.

3) T இல் அடக்கக்கணம் K, AK = T எனும் படி இருந்தால், ACT என்ற கணம் இணைப்புத் தவிக்கணம் (syndetic) எனப்படும்.

4) n_x இல் அனைத்து U விற்கும் {t ϵ T/xt ϵ U} என்ற கணம் இணைப்புத் தவிக்கணம் எனில், x ஏறத்தாழக் காலவட்டமுடையது ஆகும்.

எனவே பாய்சான் நிலைப்புநிலை தொடர்நிகழ் நிலை (recurrent) ஆகியவற்றை வரையறை செய்து நிலைத்தன்மை⇒காலவட்டநிலை ⇒ ஏறத்தாழக் கால வட்ட நிலை ⇒ நிலைப்பு நிலை என்று தரவாரியாக வலிமை பெற்ற தொடர்நிகழ் நிலைக் கருத்துக்களை உருவாக்கலாம். AtCA என்பது T இல் அனைத்து tக்கும் உண்மையெனில் A மாறிலிக் கணம் எனப் படும். மீச்சிறு வெற்றற்ற மூடியமாறிலிக் கணங்களை வகைப் பிரித்து அறியும் முயற்சி இடத்தி இயங்கிய லின் முக்கிய ஆய்வுப் பகுதியாக உள்ளது.

பி. ஞானசுந்தரம

நூலோதி

1. Gohschalte W. H., Hedlund, G. A., 1955's Topological Dynamics Ames. Math. Colloq. publication Vol-36, AMS Providence, 1955
2. John, Synge, Byron, Agriffith Principles ot Mechanics, Third Edition, International Student Edition, McGraw-Hill Kogakosha, Ltd, 1970

இடத்தியக் குலம்

இடத்திய வெளி (topological space) ஒரு குலம் (group) ஆகவும், அந்தக் குலத்தில் பயன்படும் செயல் முறைகள் (operations) தொடர்ச்சியானவையாகவும் (continuous) இருந்தால் அது இடத்தியக் குலம் (topological group) எனப்படும். அதாவது G என்ற கணம் கீழ்க்காணும் கட்டுப்பாடுகளை நிறைவு செய் தால் அது ஓர் இடத்தியக் குலம் ஆகும்.

கணம் G இல் உள்ள அனைத்து x, y, z களும் (xy) z = x (yz) என்ற சேர்ப்பு விதியை (associative law) நிறைவு செய்ய வேண்டும்.

G இல் உள்ள ஒவ்வோர் x இற்கும் 1x = x1 = x என்றவாறு 1 என்ற ஓர் உறுப்பு G இல் இருக்க வேண்டும். இந்த உறுப்பு G இன் முற்றொருமை உறுப்பு (identity element) எனப்படும்.

G இல் உள்ள ஒவ்வோர் x க்கும் $x^{-1}x = x x^{-1} = 1$ என்றவாறு x^{-1} என்ற ஓர் உறுப்பு G இல் இருக்கவேண்டும். x^{-1} என்பது x இன் நேர்மாறு உறுப்பு (inverse element) ஆகும். 1 என்பது முற்றொ ருமை உறுப்பாகும்.

கணம் G இலிருந்து Gக்கு வரையும் $x \to x^{-1}$ என்ற அமைப்புமாற்றித் (mapping) தொடர்ச்சியாக இருக்கவேண்டும்.

கணம் G x G இலிருந்து கணம் G இற்கு வரையும் (x,y) → xy என்ற அமைப்பு மாற்றி, தொடர்ச்சியானதாக இருத்தல் வேண்டும்.

முதல் மூன்று கட்டுப்பாடுகள் கணம் G ஐக் குலம் என எண்பிக்கவும், கடைசி இரண்டு கட்டுப்பாடுகளும் கணம் G ஐ இடத்தியல்வெளி என எண்பிக்கவும் பயன்படும். அடுத்த இரண்டிலும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள செயல் தொடர்ச்சியானது என்பதன் பொருள் கணம் G இல் x என்ற உறுப்புக்குஅருகில் x' என்ற உறுப்பு அமைந்திருந்தால் x' இன் நேர்மாறு உறுப்பு, x இன்நேர்மாறு உறுப்புக்கு அருகில் அதாவது, x^{-1} க்கு அருகில் இருக்கும். இது போலவே (x' , y') என்ற உறுப்பு (x,y) க்கு அருகில் இருந்தால் xy களுக்கு அருகில் x' y' இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டாக, கூட்டலைச் (addition) செயல் முறையாகக் கொண்ட அனைத்து மெய்யெண்களின் கணம் இடத்தியல் குலம் எனப்படும். இடத்தியல் குலக் கோட்பாடுகள் மூன்று முக்கிய பிரிவுகளைக் கொண்டதாகும். அவை இயற்கணிதக் கட்டமைப்புக் கோட்பாடுகள் (theory of algebraic structure) இடத்தியற் கட்டமைப்புக் கோட்பாடுகள் (theory of topological structure), உருமாற்றக் குலங்களின் வழியாகக் குறியீட்டுக் கோட்பாடுகளைக் கண்டறிதல் (theory of representation by transformation groups) என்பன ஆகும்.

பெ. வ.

நூலோதி

Joshi, K.D., Introduction to General Topology, Mohindu Singh Sejwal, New Delhi, 1983.

இடத்தியல்

கணிதவியலில் வடிவக் கணிதத்தின் (geometry) ஒரு பிரிவு இடத்தியல் (topology) ஆகும். இது சுருங்குதல், விரிவாதல் அல்லது முறுக்குதல் போன்ற தொடர்ச்சியான உருவ மாறுபாடுகளால் வடிவவியல் தன்மைகள் (geometrical property) மாறாத உருவங்களைப் பற்றி விளக்கும் பகுதியாகும். தொடர்ச்சியான மாறுபாடுகளில், உருவங்களை வெட்டுதலும் மடித்தலும் அடங்கா. மேலும், மற்ற வடிவக் கணிதங்களில் நீளம் (length), கோணம் (angle) ஆகியவற்றை அளப்பது போலல்லாமல் பண்படிப் படையில் அளவியலற்றது இடத்தியல் ஆகும். இது இடப் பகுப்பாய்வு (analysis situs) போன்றதாகும். இதனை ரப்பர் தாள் வடிவக்கணிதம் (rubber sheet geometry) என்றும் அழைப்பதுண்டு.

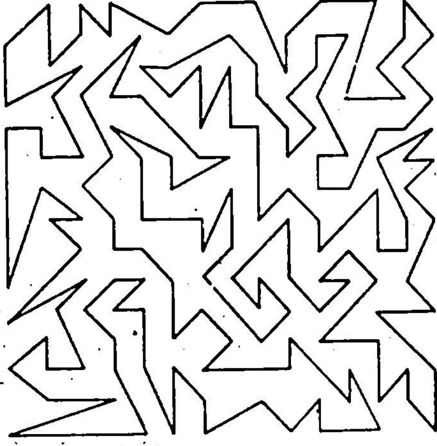
தொடக்க காலத்தில், வடிவக்கணிதத்தில் ஒரு பகுதியாக இடத்தியல் வகைப்படுத்தப்பட்டிருந்தது. இது 18 ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்து வந்த ஆயிலர் (Euler), ரீமான் (Riemann) 19 ஆம் நூற்றாண்டின் பாயின்கேர் (Poincare) ஆகியவர்களால் வடிவக் கணிதத்தில் உருவாக்கப்பட்ட கருத்துகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு வளர்ந்த பகுதியாகும். 1640 ஆம் ஆண்டு ரேனே டேகார்டே (Rene Des Cartes) என்று பிரெஞ்சுக் கணித அறிஞர், பலகோணகத்தின் உச்சிகள் (vertices), முனைகள் (edges), முகங்கள் (faces) ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள மாற்ற மிலித் தொடர்புகளை (invariant relationship) $V - E + F = 2$ என்ற வாய்பாட்டால் விவரித்தார். இங்கு V என்பது உச்சிகள், E என்பது முனைகள், F என்பது முகங்கள் ஆகும். 1752 ஆம் ஆண்டில் ஆயிலர் இவற்றிற்கு எண்பிப்புக் கொடுத்ததால் இத் தேற்றம் ஆயிலர் தேற்றம் (Euler's theorem) என்றே வழங்கப்படுகிறது.

மேலும் இடத்தியலில் கோனிஸ்பர்க் ஆற்றுக் கணக்கு (konsberg river problem), ஜோர்டான் வளைவுத் தேற்றம் (Jordan curve theorem), புறப் பரப்பின் பிளவுபடா வெட்டுகள் (genus of a surface), ஒரு பக்கப் புறப்பரபு (one sided surface), நால் வண்ணப் படக் கணக்கு (four colour problem) முதலிய பல முக்கிய கருத்துகள் இடத்தியல் வளர்வதற்கு அடிப்படையாக இருந்தன.

கோனிஸ்பர்க் ஆற்றுக்கணக்கு. இடத்தியலில் மிகவும் புகழ்பெற்ற கோனிஸ்பர்க் ஆற்றுக் கணக்குக்குத் தீர்வு கண்டதன் மூலம் இடத்தியல் கருத்துகள் அதிகரிக்கத் தொடங்கின. இது கிழக்கு ஜெர்மனியில் உள்ள கோனிஸ்பர்க் நகரத்தில் உள்ள ஏழு பாலங்களைப் பற்றிய கணக்கு ஆகும். அதாவது, கோனிஸ்பர்க் நகரத்துடன் அதன் இடையில் ஓடும் ஆற்றில் அமைந்துள்ள இரண்டு தீவுகள் ஏழு பாலங்களால் இணைக்கப்பட்டிருந்தன. அங்கு விடுமுறை நாள்களில் சுற்றுலாச் செல்பவர்கள் எந்தப் பாலத்தையும் இரண்டு முறை கடந்து செல்லாமல் ஒரே முறையில் சென்று சுற்றிப் பார்க்க விரும்பினர். ஆனால் யாராலும் அது இயலவில்லை. மேலும் நகர மக்களுக்கு அவ்வாறு நடக்க இயலுமா எனவும் தெரியவில்லை. எனவே, இறுதியாக, ஆயிலருக்கு அந்தக் கணக்கு அனுப்பப்பட்டது. கணித முறையில் ஆய்வுசெய்து, நிலப்பரப்புகள் இரண்டுக்கு மேற்பட்டதாகவும் அவற்றை இணைக்கும் பாலங்கள் ஒற்றைப்படையாகவும் இருந்தால் அவ்வாறு செல்ல இயலாது என ஆயிலர் கூறினார். இவருடைய தீர்விலிருந்து, இடத்தியல் கணிதத்தில் ஒரு தனிப்பிரிவு வளரத் தொடங்கியது.

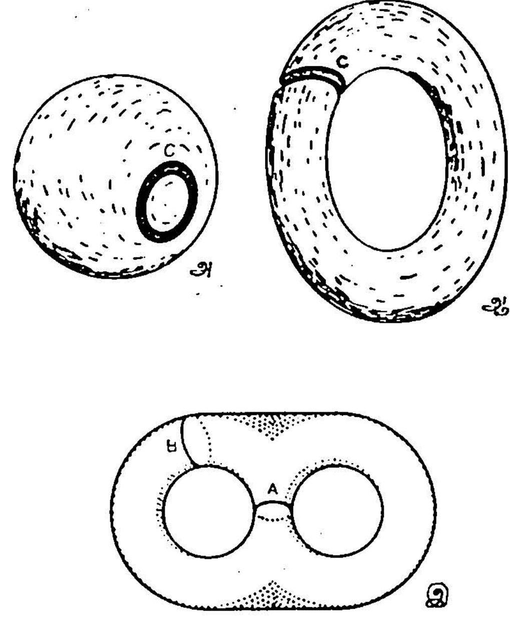
ஜோர்டான் வளைவுத் தேற்றம். இந்தத் தேற்றம் 1892ஆம் ஆண்டு கேமில்லி ஜோர்டான் (Gamille Jordan 1838-1922) என்பவரால் கூறப்பட்டது. வட்டம் போன்ற ஓர் எளிய மூடிய வளைவு (simply closed

curve) ஒரு தளப்பரப்பில் (plane surface) இருக்குமேயானால் அந்தத் தளம் இரண்டு வளாகங்களாகப் (regions) பிரிக்கப்படும். ஒரு வளாகம் மூடிய வளைவிற்குள் உள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளையும் பெற்றிருக்கும். மற்றொரு வளாகம் வளைவிற்கு வெளியே உள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளையும் பெற்றிருக்கும் (காண்க படம்1). இடத்தியலில் எளியவளைவு என்பது அந்த வளைவு தன்னைத்தானே வெட்டிக் கொள்ளாது என்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, எட்டு (8) போன்ற அமைப்பில் வரையும் வளைவு எளிய வளைவு அன்று. தளப்பரப்புக்கு ஜோர்டான் தேற்றம் பொருந்தும். ஆனால் முப்பருமானப் பொருள்களுக்கு இத்தேற்றம் பொருந்த வேண்டிய அவசியம் இல்லை.



படம் 1

புறப்பரப்பின் பிளவுபடா வெட்டுதல். இரு பருமானப் புறப்பரப்புகளைப் (two dimensional surface) பற்றிப் படிக்கும்போது பல முக்கியமான எளிய இடத்தியல் தன்மைகள் உருவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வளையப் பந்தின் (ring ball) புறப்பரப்பைக் கோளத்தின் புறப்பரப்போடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, தளத்தில் உள்ளது போல் கோளத்தின் மீது புறப்பரப்பை இரு பகுதியாகப் பிரிக்குமாறு ஒரு மூடிய வளைவு வரைய முடியும். ஆனால் வளையப் பந்தில், புறப்பரப்பை இரு பகுதியாகப் பிரிக்காதவாறு ஒரு மூடிய வளைவு வரையலாம். இடத்தியலாக இந்த இரு புறப்பரப்பும் வேறுபடுகின்றன. மேலும் படம் 2(இ) இல் காட்டியுள்ளதுபோல இரண்டு துவாரங்கள் உள்ள புறப்பரப்பை எடுத்துக்கொண்டால், அதில் புறப்பரப்பை இரண்டாகப் பிரிக்காதவாறு ஒன்றுக்கொன்று வெட்டிக்கொள்ளாத A,B என்ற இரண்டு மூடிய வளைவுகள் வரையலாம். இந்தப்பரப்பில் மூன்று மூடிய வளைவுகள் வரைந்தால் புறப்பரப்பை இரண்டாகப் பிரிக்கும். இதிலிருந்து ஒரு புறப்பரப்பில், அதனைப் பிரிக்காமல், ஒன்றுக்கொன்று வெட்டிக் கொள்ளாமல் வரையப்படும் மூடிய வளைவின் மிக அதிக எண்ணிக்கையை பிளவுபடா வெட்டுகள் என வரையறுக்கலாம். 0,1 முறையே கோளம், வளையப் பந்தில் பிளவுபடா வெட்டுகள் ஆகும்.

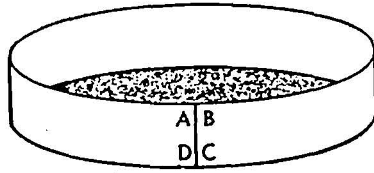


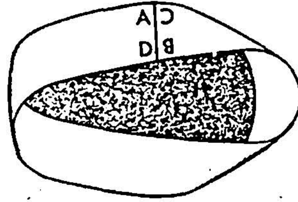
படம் 2

படம் 2 இல் உள்ள உருவத்தின் பிளவுபடா வெட்டுகள் 2 ஆகும். P துவாரங்கள் உள்ள ஒரு புறப்பரப்பின் பிளவுபடா வெட்டுகள் P ஆகும் ஒரு பொருளின் புறப்பரப்பு உருவமாற்றம் (deformation) அடைந்தாலும் அதனுடைய இடத்தியல் பண்பான (topological property) பிளவுபடா வெட்டுகள் மாறா.

ஒருபக்கப் புறப்பரப்பு. மொபியஸ் பட்டை (mobius band) ஓர் எளிய ஒரு பக்கப் புறப்பரப்பாகும். 1858 ஆம் ஆண்டு ஏ. எப். மொபியஸ் என்ற அறிஞர் கண்டுபிடித்ததால் இப்பெயரிடப்பட்டது. படம் 3 (அ) இல் காட்டியுள்ளதுபோல செவ்வகப்பட்டையை எடுத்துக் கொண்டு படம் (ஆ)இல் உள்ளது போல் இணைத்தால் அது இரண்டு முனைகளையுடைய இருபக்கப் புறப்பரப்புப் பட்டையாக உருவாகும். படம் 3 (இ) இல் உள்ளதுபோல அரைச் சுற்று முறுக்கி இணைத்தால் ஒரு முனையையுடைய ஒரு பக்கப் புறப்பரப்புப் பட்டை கிடைக்கும். இப்பட்டை மொபியஸ் பட்டை எனப்படும். இப்பட்டையின் மத்தியில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து முனை







படம் 3

களைத் தொடாமல் வெட்டிக்கொண்டே தொடங்கிய இடத்திற்கு வந்தால் மொபியஸ் பட்டை இரண்டாகாது. இவ்வாறு ஒரு புறப்பரப்பை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்காதவாறு எத்தனை முறை வெட்டமுடியுமோ அது அப்புறப்பரப்பின் பெட்டி எண் (betti number) எனப்படும். மொபியஸ் பட்டையில் பெட்டி எண் 1 ஆகும், 0,2 முறையே வட்டத்தகடு, வளையப்பந்து ஆகியவற்றிற்கான பெட்டி எண் ஆகும்.

நால் வண்ணப்படக் கணக்கு. உலகப்படத்தில் நாடுகளை அல்லது மாநிலங்களைப் பிரிவுபடுத்திக் காண்பதற்கு வசதியாகப் பல வண்ணங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒரு நாட்டை வரைபடத்தில் குறிப்பதற்கு இருநாடுகள் சந்திக்கும் இடத்தில் வெவ்வேறு வண்ணங்களைப் பயன்படுத்தினால்தான் வேறுபடுத்த முடியும். ஆனால் உலகப்படத் தயாரிப்பாளர்கள் இந்தச் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்கு மிகவும் பாடு பட்டார்கள். கணித அறிஞர்கள் பலகாலம் முயன்று இதற்கு ஒரு தீர்வு கண்டனர். இதுவும் இடத்தியல் வளர்வதற்கு மிகவும் உறுதுணையாக இருந்தது. காண்க, நால்வண்ணப் படக் கணக்கு

கே.எப். காஸ் (K.F Gauss) ஜே.பி. லிஸ்ட்டிங் (J.B. Listing), பி.ஜி. டெய்ட் (P.G. Tait) ஜேம்ஸ் டபிள்யூ அலெக்சாண்டர் (James W. Alexander) முதலியவர்கள் இடத்தியல் வளரப் பெரிதும் உதவினர். தற்கால இடத்தியல் வளர்வதற்கு ஜார்ஜ் கான்ட்டர் (George cantor 1845-1918) ஹென்றி பாயின்கேர் (Henri poincare 1854-1912) ஈ. எஃப் பிரௌவர் (E.F. Brouwer). ஆகியவர்கள் மிகவும் முக்கியமானவர்கள் ஆவார்கள்.

இடத்தியல், மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. சேர்மான இடத்தியல் (combinatorial topology) இது பல வடிவயியல் அமைப்புகளை (geometrical forms) ஒழுங்கான முறையில் ஒன்றன் அருகில் ஒன்றாக இணைத்து உருவாகும் ஒரு தனி வடிவயியல அமைப்பைப் பற்றிய பகுதியாகும். இடத்தியல் இயற்கணிதம் (algebraic topology) இது இடத்தியல் வெளியுடன் ((topological space) இயைந்த இயற்கணிதக் கட்டமைப்புகளைப் (algebraic structures) பற்றிப் படிக்கும் பகுதியாகும். புள்ளிக்கண இடத்தியல் (point-set topology) இது பல புள்ளிகள் ஒருங்கே குவிக்கப்பட்ட கணத்தைப் பற்றிப் படிக்கும் பகுதியாகும். இந்தக் கணங்களைத் திறந்த (open), மூடிய (closed) மற்றும் இணைத்த கணம் (connected set) என்று பல இடத்தியல் தன்மைகளால் விவரிக்கலாம். காண்க, இயற்கணித இடத்தியல்.

சில அடிப்படைக் கருத்துகள். புள்ளிகளின் கணம் S இன் சில உட்கணங்களின் (sub sets) தொகுப்பு (collection) ℑ. கீழ்க்காணும் அடிகோள்களை (axipms நிறைவு செய்தால் அந்தக் கணம் S ஓர் இடத்தியல் வெளி எனப்படும்.

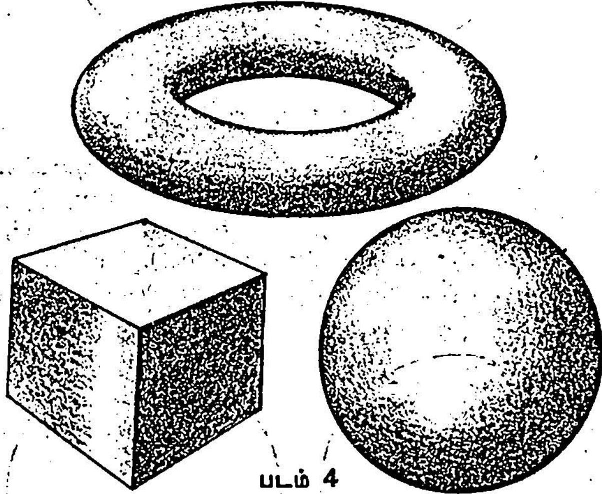
1. முழுக்கணம் (entire set) S உம், வெற்றுக் கணமும் (empty set) தொகுப்பு ℑ இல் இருக்கும்.
2. ℑ வில் உள்ள எந்தத் தொகுதியின் சேர்ப்புக் கணமும் (union set) தொகுப்பு ℑஇல் இருக்கும்.
3. ℑ வில் உள்ள முடிவுள்ள எண்ணிக் இருக்கும். கைகளின் வெட்டுக்கணம் (intersection set) £ இல் தொகுப்பு ℑ இல் உள்ள கணங்கள் திறந்த கணங்களாக இருந்தால் இத்தொகுப்பு S இன் இடத்தியல் ஆகும். காண்க, கணக்கோட்பாடு.

வடிவ இயல் உருவம் (geometrical figure) S இன் இடத்தியல் தன்மை என்பது S இன் தன்மைகள் அனைத்தும் அதனை இடத்தியல் உருமாற்றம் (topological transformation) செய்வதால் ஏற்படும் ஒவ்வோர் உருவத்திற்கும் பொருந்தும்.

ஒரு வடிவ இயல் உருவம் S இலிருந்து மற்றொரு வடிவ இயல் உருவம் S க்கு வரையப்படும். அமைப்பு மாற்றி (mapping), S ல் உள்ள புள்ளிகளுக்கும் S'இல் உள்ள புள்ளிகளுக்கும் இடையே ஒன்றுக்கு ஒன்று ஒற்றையியைபு (one to one correspondence) உடையதாகவும் ஒத்தியைபு இருமத்தன்மை(biunique) வாய்ந்ததாகவும், அதாவது S இல் உள்ள ஒவ்

வொரு புள்ளிக்கும் அதற்கு ஒத்தியைந்த ஒரே ஒரு புள்ளி S' இலும், S' இல் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் அதற்கு ஒத்தியைந்த ஒரே ஒரு புள்ளி S இல் இருக்குமாறும், ஒத்தியையு இரு திசைகளிலும் தொடர்ச்சியானதாகவும், இருந்தால் அந்த அமைப்பு மாற்றி இடத்தியல் உருமாற்றம் எனப்படும். ஒன்றுக்கொன்று இடத்தியல் உருமாற்றம் உடைய இரண்டு வடிவஇயல் உருவம் ஒரியல்புடையன (homeomorphic) எனப்படும் காண்க, தொடர்ச்சியான சார்பு, கணக் கோட்பாடு.

அரங்கத்தில் (domain) உள்ள ஏதாவது ஒரு மூடிய வளைவை (closed curve) அரங்கத்தின் எல்லையைத் தொடாமல் சுருக்க முடியுமானால் அந்த அரங்கம் எளிமையாக இணைந்தவை (simply connected) எனப்படும். அவ்வாறு எல்லையைத் தொடாமல் சுருக்க இயலவில்லையெனில் அந்த அரங்கம் பல்லுறுப்பு இணைந்தவை (multiply connected) எனப்படும். முதலாவதற்கு வட்டத்தகடும் (circular disc), இரண்டாவதற்கு வளையப்பத்தும் எடுத்துக் காட்டாகும். (காண்க, படம் 4) இடத்தியல் உருவ மாற்றத்தினால் வடிவ இயல் உருவங்களில் மாற்றம் ஏற்படாமல் இருந்தால் இத்தன்மை இடத்தியல் மாற்ற மிலி (topological invariant) எனப்படும்.



படம் 4

இடத்தியலைப் படிக்கும் பலர் அதனுடைய உடனடிப் பயன்பாட்டை அறிந்திலர். இது பல துறைகளில் பயன்படுகிறது. இயங்கவியல் கருவிகளை (mechanical devices) வடிவமைப்பதற்கும், புவியியல் வரைபடம் தயாரிப்பதற்கும், திட்டமிடல் அமைப்புக்கும், சிக்கலான செயற்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும், பின்னல் அமைப்புப் பரவலுக்கும், அதாவது, மின்சுற்றுவழி (electrical circuit) அமைப்பதற்கும், கணிப்பான்கள் (calculators), இலக்க கடிகாரம் (digital watches), வானொலி (radio) போன்ற மின்கருவிகள் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது. அறிவியல் மற்றும் பொறியியலில் மேலும் பல புதிய பிரிவுகளிலும் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றது.

பெ.வ.

நூலோதி

The Realm of Science, Touehstone publishing Co., Louisville, Kentucky, 1972.

இடத்தியல் வெளி

கணிதத்தைக் கணக்கோட்பாட்டின் (set theory) அடிப்படையில் விவரிப்பது இடத்தியல் வெளி (topological space) எனப்படும். இக்கணக்கொள்கையைக் கி.பி. 1874 ஆம் ஆண்டில் கேண்ட்டர் (cantor) என்ற ஜெர்மானிய வல்லுநர் தோற்றுவித்தார். இதன்பிறகு, கணிதத்தின் எல்லாப் பகுதிகளும் கணக்கொள்கையின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன என்ற உண்மை படிப்படியாக உணரப்பட்டு, கணக்கொள்கை மிகவும் அருவப் பொதுமையாக்கப்பட்டு (abstract generalization) இடத்தியல் வெளி வளர்க்கப்பட்டது.

கணிதம் மெய்யெண்கள் (real numbers) என்ற அடித்தளத்தின் மேல் எழுதப்பட்டுள்ளது. மெய்யெண்கள் இருப்பிடமான மெய்யெண்கோடு (real line) ஒரு கணமாகக் கருதப்பட்டு, அக்கோட்டில் காணப்படும் திறந்த இடைவெளி (open interval), மூடிய இடைவெளி (closed interval), ஒரு புள்ளியின் அண்மையகம் (neighbourhood of a point) அகப்புள்ளி (interior point) அடர்த்திப் புள்ளி அல்லது வரம்புப் புள்ளி (limit point) போன்ற பல கருத்துக்கள்கணக் கொள்கைகளாக மாற்றப்பட்டு இடத்திய வெளியில் இடம்பெறுகின்றன.

கணம் X இன் சில உட்கணங்கள் கொண்ட குடும்பம் (family of subsets) T, கீழ்க்காணும் தன்மைகளைப் பெற்றிருந்தால் (X, T,) Σ,என்பது ஓர் இடத்தியல் வெளி என வரையறுக்கப்படுகிறது. முழுக்கணம் X, வெற்றுக்கணம் ϕ ஆகியவை குடும்பத்தில் இருத்தல் வேண்டும்; A,B என்ற இரண்டு உட்கணங்கள் T இல் இருந்தால், இவற்றின் இடைவெட்டுக்கணம், $A \cap B$, T இல் இருத்தல் வேண்டும் A,B,C, போனற பல உட்கணங்கள் T இல் இருந்தால், இவற்றின் சேர்ப்புக் கணமும் ($A \cup B \cup C$) T இல் இருத்தல் வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

கணம் X = {a, b_2 c} குடும்பம் T = {∅,{a}, {a,b}, x} எனக்கொள்ளும் போது (x,T) ஒரு இடத்திய வெளியாகும். ஆனால் X = {a, b, c} என்ற கணத்திற்குக்குடும்பம் T = {ϕ,{a}{b}, X} எனக்

கொண்டால் (X,T)ஓர் இடத்திய வெளி அன்று. ஏனெனில், $a \cup b = \{a, b\}$ மேலே வரையறுக்கப்பட்ட குடும்பத்தில் இல்லை.

மேலும் யூக்ளீடு n பருமானவெளி (Euclidan n-dimensional space), ஹில்பர்ட் வெளி (Hilbert space), நேரியல் வெளி (linear space) சார்பு வெளி (function space)கார்ட்டீசியன் பெருக்கு வெளி(Cartesian product space) அளவை வெளி (metric space) முதலியவை முக்கியமானவையாகும்.

யூக்ளீடு பருமானவெளி. இதில் உள்ள உறுப்புகள் $(x_1, x_2 \ldots x_n)$ என்ற அமைப்பில் இருக்கும். இந்த வெளியில் அடிநிலை, சூழகங்களின் (balls) உட்புற மாகும். இந்தச் சூழகங்களில் உள்ள ஏதாவது $p = (x_1, x_2, \ldots x_n)$, $q = (y_1, y_2 \ldots y_n)$ என்ற இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு $\sqrt{(y_1-x_1)+^2 \ldots (y_n-x_n)^2}$ ஆகும்.

ஹில்பர்ட் வெளி. இதில் உள்ள உறுப்புகளின் அமைப்பு $x_1, x_2 \ldots$ என்ற வரிசைத் தொடராகவும் (sequence) இத்தொடரின் கூட்டல் $\sum x_i^2$ ஒரு முடிவுள்ள எண்ணாகவும் இருக்கும். இதன் இடத்தியல் வெளிச் சூழகங்களின் உட்புறங்களை உறுப்புகளாகக் கொண்ட அடிநிலையைப் பெற்றிருக்கும். இந்தச் சூழகங்களில் உள்ள $p = (x_1, x_2 \ldots)$, $q = (y_1, y_2 \ldots)$ என்று ஏதாவது இரண்டு உறுப்புகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு $\sqrt{\sum_{i=1}^{\infty}(y_i - x_i)^2}$ ஆகும்.

நேரியல் வெளி. இந்த வெளியில் உள்ள உறுப்புகள் (x,y) என்ற அமைப்பில் இருக்கும். நேர்கோடு, இடைவெளி ஆகியவை நேரியல் வெளிக்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகும்.

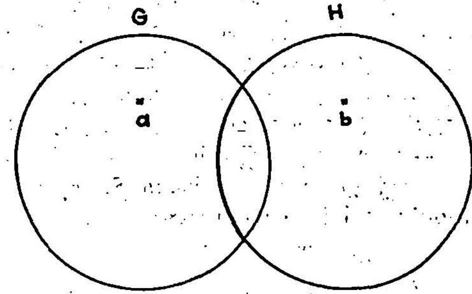
சார்புவெளி. A,B ஆகிய இரு இடத்திய வெளி களுக்கு இடையே உருவாக்கப்படும் அனைத்துச் சார்புகளின் தொகுப்பு சார்புவெளி எனப்படும்.

கார்டீசியப் பெருக்கு வெளி. x_1, x_2 என்ற இரண்டு இடத்திய வெளியின் கார்டீசியப் பெருக்கல் $x_1 \times x_2$ ஆகும். இதில் உள்ள உறுப்புகளின் அமைப்பு (a,b) என்ற அமைப்பில் இருக்கும். இதில் $a \in x_1$, $b \in x_2$ இந்த வெளியின் அடிநிலையில் உள்ள உறுப்புகள் $U_1 \times U_2$ என்ற அமைப்பில் இருக்கும். x_1 வெளியின் அடிநிலையில் U_1 உறுப்பும் x_2 வெளியில் அடிநிலையில் U_2 உறுப்பும் இருக்கும். தளம், இரண்டு நேர் கோடுகளின் கார்டீசியப் பெருக்கு வெளியாகும்.

அளவை வெளி. இந்த வெளியினை (x,d) எனக் குறிக்கலாம். இங்கு d என்பது $X \times X$ என்ற கார்டீசியப் பெருக்கு வெளியிலிருந்து மெய்யெண் கணத்திற்கு வரையும் அமைப்புமாற்றி (mapping) ஆகும். இந்த அமைப்புமாற்றி, கணத்திலுள்ள அனைத்து x, y, z களும் கீழ்க்காணும் தன்மைகளைப் பெற்றிருக்கும்.

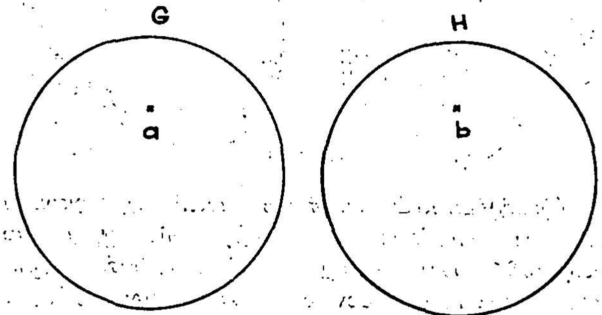
1. $d(x,y) \geq 0$
2. $d(x,y) = d(y,x)$
3. $d(x,y) + d(y,z) \geq d(x,z)$

ஓர் இடத்தியல் வெளியின் குடும்பக் கணங்கள் திறந்த கணங்கள் (open sets) எனப்படும். இந்தத் திறந்த கணங்களின் பரவல் (distribution) அமைப்பைப் பொறுத்துப் பலவித வெளிகள் உருவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, T_1 என்ற வெளியில் எந்த இரண்டு புள்ளிகள் a,b ஐக் கருதினாலும் a என்ற புள்ளி G என்ற கணத்திலும், b என்றபுள்ளி H என்ற கணத்திலும் இருக்கும். ஆனால் a,H இல் இருக்காது b, G இல் இருக்காது (படம் 1)



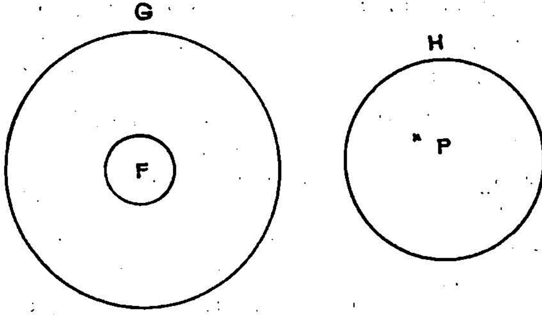
படம் 1. T_1 வெளி

T_2 என்ற வெளியில் எந்த இரண்டு புள்ளிகள் a,b ஐக் கருதினாலும் a, G என்ற கணத்திலும் b, H என்ற கணத்திலும் இருக்கும். ஆனால் G,H ஆகியவை வெட்டிக்கொள்ளா (படம்2). இவ்வெளிக்கு ஹஸ்டார்ப் (hausdorf) வெளி எனப்பெயர்.



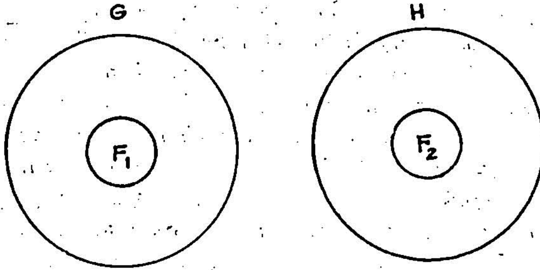
படம் 2. T_2 வெளி

T_3 என்ற வெளியில் F என்ற மூடிய கணத்தையும் F ஐச் சாராத P என்ற புள்ளியையும் கருதினால் F, G என்ற கணத்திலும் P, H என்ற கணத்திலும் இருக்கும். ஆனால் G,H ஆகியவை வெட்டிக்கொள்ளா (படம் 3). இவ்வெளிக்கு ஒழுங்கான வெளி (regular space) எனவும் பெயர் உண்டு.



படம் 3. T_3 வெளி

T_4 என்ற வெளியில், F_1, F_2 என்ற எந்த இரண்டு மூடிய கணங்களைக் கருதினாலும், F_1,G என்ற கணத்திலும் F_2, H என்ற கணத்திலும் இருக்கும். ஆனால் G,H இவைகள் வெட்டிக்கொள்ளா (படம் 4). இவ்வெளிக்கு இயல்பு வெளி (normal space) எனவும் பெயர் உண்டு.



படம் 4 T_4 வெளி

இவ்வரையறைகளிலிருந்தும், P என்ற ஒரு தனிப்புள்ளி ஒரு மூடிய கணம் என்றும், எந்த T_4 வெளியும் ஒரு T_3 வெளியாகிறது என்றும், எந்த T_3 வெளியும் ஒரு T_2 வெளியாகிறது என்றும், எந்த T_2 வெளியும் ஒரு T_1 வெளியாகிறது என்றும் காண லாம்.

எல். இராஜகோபாலன்

நூலோதி

1. Joshi, K.D., Introduction to General Topology, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1983.
2. Seymerer Lipschutz, General Topology, Schaum's Outline Series, Mc Graw - Hill, Singapore, 1981.

இடப்புறமார்பு வலி (இதய நோய்)

தசைகள் வேலை செய்ய இரத்தமும் ஆக்சிஜனும் முக்கியமாக வேண்டும். ஆக்சிஜன் இரத்தத்திலிருந்து கிடைக்கிறது. இதயமும் ஒரு தசையாதலால் அது சரியாக வேலை செய்வதற்கும் ஆக்சிஜன் வேண்டும். தசைகளுக்கு இரத்தம் வழங்கும் குழாய் நாடி எனப் படும். இதயத் தசைக்குத் தனியே இரத்தக் குழாய் கள் இருக்கின்றன. அவற்றின் பெயர் கரோனரித் தமனிகள் (coronary arteries). கரோனரி என்றால், சுற்றி வருவது, கிரீடம் போன்றது என்று பொருள் இவை இதயத்திலிருந்து ஆக்சிஜனுடன் வெளிவரும் இரத்தக் குழாய்கள் ஆகும். இதயத்திலிருந்து ஒரு பெரிய இரத்தக் குழாய் வருகிறது. இது ஆதார நாடி (aorta) எனப்படும். இது இதயத்தின் இடப்புற ஏற்ற அறையிலிருந்து புறப்படும் பெரிய இரத்தக் குழாயாகும். இந்தப் பெரிய இரத்தக் குழாய் இதயத்திலிருந்து வெளியே வந்தவுடனேயே அதிலி ருந்து இரண்டு இரத்தக் குழாய்கள் பிரிந்து இதயத் திற்குத் தேவையான இரத்தத்தைக் கொடுக்கின்றன. அதாவது, வேண்டுமான ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கின் றன. இதயத்திற்கு வேண்டுமான ஆகசிஜனை அதன் உள்ளே இருக்கும் இரத்தததில் இருந்து எடுத்துக் கொள்ள முடியாது. இதயத்திலிருந்து வரும் ஆதார நாடியிலிருந்து பிரியும் இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து தான் வரவேண்டும். இதயத்தின் உள்ளே இருக்கும் இரத்தம் இதயததிற்குப் பயன்படாது. கரோனரித் தமனிகளிலிருந்துதான் பெறமுடியும். ஒருவர் கையில் ரப்பர்க் குழாயைக் கட்டிவிட்டுக் கொஞ்ச நேரம் கையை மூடித் திறந்தால் ரப்பர்க் குழாய் கட்டின இடத்திற்குக் கீழாக வலி ஏற்படும். வலி ஏற்பட்ட பிறகும் அவர் கை அசைப்பதை நிறுத்தாமல் செய்து கொண்டே இருப்பாரானால் வலி அதிகமாகும். ஆனால், கை அசைப்பதை நிறுத்தினால் வலி குறை யும். ரப்பர்க்குழாயை அவிழ்த்து விட்டால் கையில் இரத்தம் பாய்வதன் காரணமாக அந்த இடத்தில் உள்ள வலி நின்று விடும். இதுபோல, இதயத் தசை களுக்கு இரத்தம் வழங்கும் நாடிக்கு இரத்த ஓட்டம் தடைப்பட்டால் அவர்களுக்கு இடப்பக்க மார்பில் வலி உண்டாகும்.

பெரும்பாலும் இப்படி நிகழ்வதற்குக் காரணம் அந்த நாடியில் நோய் ஏற்படுவதாகும். அதிகமாகப் புகை பிடிப்பவர்கள், நீர் நோய் உள்ளவர்கள், சிறு வயதிலேயே டைஃபாய்டு காய்ச்சலில் பாதிக்கப் பட்டவர்கள், பால்வினை நோய் உள்ளவர்கள் ஆகி யோருக்கு இந்த நோய்க் கிருமிகள் ஆதார நாடியின் உள்பக்கத்தைத் தாக்குவதால் நாடியின் வாய் குறுகி இருக்கும். இதனால், இதயத்துற்குப் போதுமான இரத் தம் வாராமலிருந்தால் கூடச் சாதாரணமாக நடக்கும் பொழுதும் அல்லது அமைதியாக இருக்கும் பொழு தும் இவர்களுக்கு வலித் தொந்தரவு இருக்காது. ஆனால் கோபம் அதிகரித்தாலோ, நிம்மதி யில்லாமல் இருக்கும் பொழுதோ, அதிகமாக உணர்ச்சி வசப் படும்பொழுதோ அதிகமாக இடப்பக்க மார்பின் முன் பக்கத்தில் வலி ஏற்படலாம். வலப் பக்க மார்பிலும் வலி காணலாம். நடந்துகொண்டிருக்கும்போது வலி ஏற்படுமானால் வலி அதிகமாகி ஓர்அடி கூடஎடுத் துவைத்து நடக்க முடியாமல் நின்று விடுவார்கள்.

இந்த நோய் சாதாரணமாகச் சிறுவயதுப் பிள்ளைகளுக்கு வருவது கிடையாது. ஓரளவு 45 வயது அல்லது 50 வயதிற்கு மேற்பட்டவர்களுக்கே இரத்தக் குழாய் அடைபட்டு இம்மாதிரி வலி ஏற்படலாம். அப்பொழுது கூட அதிகப்படியான வேலை செய்வது, ஓடுவது, சாப்பிட்ட பிறகு நடப்பது, மாடிப் படியில் ஏறுவது, மலை ஏறுவது, குளிர் காலத்தில் காற்றுக்கு எதிர்ப் பக்கமாக நடப்பது போன்ற சமயங்களில் அதிகமாக வலி ஏற்படும். முதல் தடவையிலேயே வலியினால் மரணம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. ஆனால் ஒரு தடவை வலி ஏற்பட்டால் அவர்களுக்குப் பயம் ஏற்படும். ஆகையால் சிறிது வலி ஏற்பட்ட உடனேயே ஏதாவது வேலை செய்வதையும் நிறுத்தி விடுவார்கள். பிறகு மருத்துவர் பரிந்துரைத்த தகுதியான மருந்தைச் சாப்பிடுவார்கள். அந்த மருந்தினால் சிறிது நேரத்தில் வலி இல்லாமல் போய்விடும். பிறகு ஓய்வாக இருக்க வேண்டும்.

இரத்த அழுத்தம் அதிகமாக இருந்தாலும் இந்த நோய் காணப்படலாம். அதாவது, இரத்தக் குழாயினுள் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும் போது இரத்த ஓட்டம் அதிகமாக இருக்கும். அதனால் இரத்தத்திலிருந்து போதுமான ஆக்சிஜனை உட்கவரப் போதுமான நேரம் இருப்பதில்லை. கோபம், உணர்ச்சி வசப்படுதல் போன்ற காரணத்தினால், உடலிலே அட்ரினலின் என்ற ஒரு சத்தும், நார் அட்ரினலின் என்ற மற்றொரு சத்தும் உண்டாகின்றன. இந்த இரண்டும் இரத்தத்தில் கலக்கும்போது இரத்த அழுத்தம் அதிகப்படும். இரத்தக் குழாய்கள் சில நேரங்களில் சுருங்கும். அப்பொழுது போதுமான அளவு இதயத்திற்கு ஆக்சிஜன் கிடைக்காத காரணத்தால் இந்த நோய் காணலாம். ஜான் ஹன்ட்டர் (John hunter) என்ற மருத்துவர் என உயிர், எந்தக் கயவன் என்னைக் கோப மூட்டுகின்றானோ, அவன் கையில் உள்ளது என்றார். ஏனென்றால் கோபம் காரணமாக இந்த நோய் ஏற்பட்டு ஒருவர் இறக்கலாம். இதையே வள்ளுவர் கூடத் தன்னைத்தான் காக்கின் சினம் காக்க, காவாக்கால் தன்னையே கொல்லும் சினம் என்றார். இதய நோய் இல்லாமல் இந்த இட நோய் காணப்படலாம். இரத்தக் குழாய்களில் ஏதாவது வேலையின் காரணமாகக் கார்பன் மானாக்சைடு என்ற ஒரு நச்சு வளிமம் உற்பத்தியாகலாம். கரி எரியும்பொழுது அதற்குப் போதுமான ஆக்சிஜன் இல்லையெனில் கார்பன்டைஆக்சைடு உண்டாகாமல் கார்பன் மோனாக்சைடு என்ற, முற்றிலும் எரியாத நச்சு வளிமமாக அது மாறுகிறது, இது பெரும்பாலும் கரி அடுப்புகள் எரியுமிடத்தில் காணப்படலாம். இந்தக் கார்பன் மோனாக்சைடு என்கிற நச்சு வளிமம் கார்பன்டை ஆக்சைடை விட அதிவேகமாக இரத்தத்துடன் எளிதில் கலந்துவிடும். அத்துடன் ஆக்சிஜனைச் சேராமலும் தடுக்கும். பாதாளச் சாக்கடைகளில் கிருமிகளால் கார்பன் மோனாக்சைடும் உற்பத்தியாகின்றது. ஆகையால்தான் அம்மாதிரி இடங்களில் வேலை செய்பவர்கள் அதைச் சுவாசிக்கும்போது மயக்கம் வந்து இறந்து போவர்.

சில நோய்களில் ஆக்சிஜன் குறைவு ஏற்படலாம். இதயத்தைச் சுற்றியுள்ள இரத்தம் வழங்கும் நாடிகள் குறுகி இருக்கலாம். அல்லது அவை எக்காரணத்தைக் கொண்டோ சுருங்கிக் கொள்ளலாம். இப்படிச் சுருங்கி இருப்பதன் காரணமாகத் திடீரென்று வலி கண்ட சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் இறந்து போய் விடலாம். அப்படி இறந்துவிட்ட பிறகு பிரேதப் பரிசோதனையில் ஒன்றும் இருப்பதாகக் காணப்படாது. சுருக்கமாகச் சொல்லுமிடத்தில் எந்தக் காரணத்தை முன்னிட்டும் இதயத்திற்குப் போதுமான அளவு ஆக்சிஜன் கிடைக்கவில்லை என்றால் இந்த நோய் உண்டாகலாம். இந்த வலி இருக்கும்போது இதய மின்னலை வரைவி படம் எடுத்தால் அதில் இதயக் கோளாறு இருப்பது தெரிய வரும். ஆனால் வலி இல்லாதபோது இதய நோயைக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. மேலும் அந்நேரத்தில் எடுக்கப்படும் இதய மின்னலை வரைவியில் நோயைப் பற்றி எதுவும் அறிந்து கொள்ள முடியாது. அவ்வாறே வலி இருக்கும்போது செய்யப்படும் இரத்தப் பரிசோதனையில் சிவப்புச் சின்னங்கள் வேகமாகப் படிவது காணப்படும். அதுவும் வலி இல்லாதபோது சாதாரணமாகத்தான் இருக்கும். சாப்பிடாமல் இருக்கும் பொழுதும், நிதானமாக வேலை செய்து கொண்டிருக்கும்பொழுதும், இந்த நோய் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் அவசர அவசரமாகச் சாப்பிட்டுவிட்டுப் படிகளின் மேல் ஏறினால்தான் இந்த வலி வருகிறது.

உடல் பரிசோதனை. உடலில் பரிசோதனை செய்து பார்ப்பதால் இந்நோயைக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. நோயாளிகள் சொல்லும் நிலைகளை வைத்துத்தான் இவருக்கு இன்ன நோய் என்று முடிவு செய்ய முடியும். பெரும்பாலும் இந்த நோய் மார்பின் முன் பக்கத்தில் இடப் பக்கத்தில் காணப்படும். அங்கிருந்து பல இடங்களுக்குப் பரவும். இடப்புறமுள்ள சிறு விரல் வரையிலும், அல்லது இடப் பக்கக் கழுத்திலும், கால் வரையிலும் கூடப் போகலாம். இடப் பக்கத்தை விட்டு வலப் பக்க மார்பிலும் காணலாம். அல்லது வலத் தோளிலோ, கழுத்திலோ வலப்புறச் சுண்டு விரல் வரையில் கூடக் காணலாம். சில பேருக்கு முதுகுப் பக்கமும் வலிக்கும். இன்னும் சிலருக்கு வயிற்றிலும், தொடையிலும் வலிக்கலாம். நோய் முற்றினபிறகு சிலருக்கு இரவில் தூங்கும் போது கூட வலி ஏற்படும். மார்புப் பக்கத்தில் வலி இருந்தால் இது ஆஞ்சைனா (anjina) நோய் தான் என்று சொல்லிவிடலாம். ஆனால் வலி வயிற்றில் தான் வருகிறது என்று சொல்லும்போது ஆஞ்சைனா நோய்தான் என்று சொல்வது கடினம். எனினும் தொடர்ந்து வலி இருந்தால், அதுவும் வயிற்று வலியாக இருந்தாலும் அவர்கள் உடற்பயிற்சி செய்யும்

பொழுது வலி வருகிறது என்றால் ஒரு வேளை இந்த நோயாக இருக்கலாம் என்று கூறலாம். மேலும் வலி கண்டவுடன் இதய மின்னலை வரைவி மூல மும், இரத்த அழுத்தம் அதிகமாய் இருந்தாலும் இந்த நோய்தான் என்று நிச்சயமாகச் சொல்லாம். பெரும்பாலும் புகைபிடிப்பவர்களுக்கு இட மார்பில் வலி என்றால் அது ஆஞ்சைனாதான் என்றும் சொல்லிவிடலாம். இந்த நோயாளிகள் ஒரு நாளைக்கு 25 பீடி அல்லது சிகரெட் பிடிப்பவராக இருந்தால் அதை 2 அல்லது 3 என்று குறைத்துக் கொள்வது நல்லது. அதையும் நாளடைவில் முற்றிலும் நிறுத்தி விட வேண்டும்.

சில சமயங்களில் ஆஞ்சைனா நோய் போல் சில நோய்கள் காணப்படலாம். அதாவது வயிற்றுக் கோளாறு, ஈரல் கோளாறு, பித்தப்பை கோளாறு, சிறுகுடல், பெருங்குடல் அப்பெண்டிக்ஸ் நோய்கள் ஆகியவற்றாலும் ஆஞ்சைனா போல் வலி காணப் படலாம்.

பெரும்பாலும் ஆஞ்சைனா நோய் உள்ளவர்கள் இவ்வளவு தூரம் நடந்தால் வலி வருகிறது என்று சொல்வதிலிருந்தே இது அந்த நோய் தான் என்று கண்டு கொள்ள முடியும். எடுத்துக்காட்டாக ஒருவர் 2 அல்லது 3 கிலோ மீட்டர் நடந்தவுடன் தினமும் வலி வரும். அப்படியில்லாமல் நடக்கக் கூடிய தூரம் குறைந்து கொண்டே வரலாம். குறைந்தது ஆரம்பத்தில் கொஞ்சநாள் காலையில் 150 மீட்டர் நடந்தவுடனே வலி ஏற்படும். மேலும் 20 அல்லது 30 மீட்டர் நடந்ததும் வலி வரலாம. முதலில் ஓய்வு எடுத்தவுடனே வலி விரைவில் குறையத் தொடங் கலாம். அல்லது முதன் முதல் ஓய்வு எடுத்தவுடனே வலி நிற்காமலே அதிகமாகியும் வரலாம். சில சமயங் களில் வலி அடங்காமல் இருக்கும்பொழுது பரிசோ தனை செய்தோமானால் அப்பொழுது நோய் மாறி விட்டது என்று நிர்ணயிக்க முடியும். இரத்த ஓட்டம் குறைந்து, இரத்தம் வழங்கும் நாடியில் அடைப்பு ஏற்பட்டால் அதைக் கொரனரி த்ராம்போசிஸ் (coronary thrombosis) என்பார்கள். அப்பொழுது இரத்தக் குழாயில் அடைப்பு ஏற்படுவதால், படுத்த பிறகும் கூட வலி நிகாற்மல் துன்பப் படலாம். இப்படித் தொடர்ந்து 15, 20 நாள்கள் பெரும் அவதிக்குள்ளாக நேரிடும். அந்நேரங்களில் இதய மின்னலை வரை வியினால் பரிசோதனை செய்து பார்த்தால் இரத்தக் குழாய்களில் அடைப்பு இருப்பது தெரியவரும்.

இதய நோய் அமைதியாய் இருக்கும்பொழுது கூட ஆஞ்சைனா வரலாம். இரத்தக் குழாய்த் திடீர்க் குறுகல் (spasm) என்று இதைச் சொல்வார்கள். அதாவது, இக்குழாய் தானாகக் குறுகிக் கொள்வது. வலி இருக்கும் காலத்தில் இதய மின்னலை வரைபடம் எடுத்துப் பார்த்தால் இதய இரத்த ஓட்டம் அடை பட்டு இருப்பது போலத் தெரிய வரும். சந்தேகத்தைப் போக்குவதற்காக மருத்துவர் எதிரிலேயே அவரை நடக்கவிட்டு அல்லது ஓட வைத்து வலி ஏற்படச் செய்து, வலி வந்தவுடனே இதய மின்னலை வரை படம் மூலம் சோதித்துப் பார்த்தால் அவருக்கு இதய நோய் இருப்பது நிச்சயமாகும். எக்கோ கார்டியோ கிராஃப் என்ற நவீன கருவி காட்டுகின்ற படத்தைப் பார்த்தால் இதயத்தில ஏதாவது ஒரு பக்கத்தில் இரத்த ஓட்டம் குறைந்து இருப்பது தெரியும். அல்லது இரத்த நாளங்களுள் குழாயைச் செலுத்தி அதன் மூலமாக மருந்து கொடுத்துப் படத்தை எடுத் துப் பார்த்தால் அதில் இதயச் சுவரைச் சுற்றியுள்ள இரத்தம் வழங்கும் நாடிகளில் ஏதாவது ஒன்று குறுகி இருப்பது தெரிய வரும். இந்தக் குழாய்களின் குறுக் களவு 50% குறைவாக இருந்தால் நோய் இருக்கிறது என்றும் 70% குறைந்திருந்தால் அது ஓரளவிற்குத் தீவிர நோய் இருக்கிறது என்றும், இவர்களுக்குச் சாதாரண வேலை கூடச் செய்யமுடியாது என்றும் கருதலாம்.

சிகிச்சை. இந்த நோய் வந்தவுடன் நைட்ரோ கிளிசரின் என்ற மாத்திரையைப் பயன்படுத்தலாம். இதை நாக்கின் அடியில் வைத்துக் கொண்டால் எங்கு வேண்டுமானாலும் தைரியமாக நடந்து சென்று கொண்டிருக்கலாம். அப்படிச் சென்று கொண்டிருக் கும்போது வலி வந்துவிட்டால் உடனே மாத்திரை யில் ஒன்றைப் போட்டு மென்று உட்கொள்ள வேண் டும். கொஞ்சம் சுமாராக வலி குறையும். ஆனால் உடனே அதிகமாகத் தலைவலி ஏற்படலாம். தலை வலி வரும்போது, வாயில் போட்ட மாத்திரையைத் துப்பிவிடவேண்டும். பின்னர் தலைவலியும் இதய வலியும் நின்று விடும். இதைவிட நல்ல மருந்துகள் தற்காலத்தில் வந்திருக்கின்றன. அவை கால்சியம் சத்தைக் குறைத்து இதயத்தையும் இரத்த ஓட்டத்தை யும் தாக்காமல் இருப்பதற்காகத் தயாரிக்கப்பட் டிருக்கின்றன. ஐசாப்டின் (isoptin), ஐசார்டில் (isordil) என்ற மருந்துகளைக் கொடுத்தாலும் இந்த நோய் வருவதில்லை. இரத்த அழுத்தம் உள்ளவர் களுக்கும் இவை நல்ல மருந்து. மேலும் ப்ரோ பரன்னலால் என்னும் மருந்தைக் கொடுப்பதால் இரத்த அழுத்தம் குறைகிறது. ஆனால் இவை ஆஸ்த் துமா நோய் உள்ளவர்களுக்கு ஆஸ்துமாவை அதிகப் படுத்தலாம். இந்த நைட்டிரோ கிளிசரின் என்ற மருந்தை அதிக நேரம் பயன்தரக் கூடிய மருந்தாக வும், தற்போது மாற்று மருந்தாகவும் மாற்றி இருக் கிறார்கள். முக்கியமாக இந்நோய் உள்ளவர்களுக்கு நோயைக் குணப்படுத்த வேண்டுமானால் முதலில் இவர்களுக்குள்ள மற்ற நோய்களைக் குணப்படுத்த வேண்டும். இரத்த அழுத்தம் உள்ளவர்களாக இருந் தால் தகுந்த முறையில் சிகிச்சை அளித்து இரத்த அழுத்தத்தைச் சாதாரண நிலைக்குக் கொண்டு வர வேண்டும். கொழுப்பு, நெய், தேங்காய் எண் ணெய் போன்றவற்றைக் கொடுக்கக்கூடாது. சாதா ரண நிலைக்கு இரத்தக் கொழுப்பைக் கொண்டுவர வேண்டும். சர்க்கரை நோயாளிகளின் இரத்தத்தில்

சர்க்கரைச் சத்தைக் குறைத்துக்கொண்டு உணவுக் கட்டுப்பாட்டாலோ மருந்தினாலோ இந்த நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

சிலருக்கு நோய் முற்றி, இரத்தக் குழாய் கெட்டுப் போய் இருந்தால் அந்தக் குழாயை எடுத்துவிட்டு அவர்களது உடலில் கால் அல்லது வேறு பகுதியில் உள்ள இரத்தக் குழாயை மாற்றி வைத்து இதன் மூலமாகப் பழையபடி இரத்த ஓட்டத்தை ஒழுங்கு படுத்தி நோய் வாராமல் தடுக்கலாம்.

இரத்தக் குழாய் மாற்றுச் சிகிச்சை (bypass surgery) மேல் நாடுகளில், அதுவும் அமெரிக்காவில் பெரும்பாலும் செய்யப்பட்டு வந்தது. இன்று இந்தியாவிலும் இச்சிகிச்சை முறை நடைபெறுகின்றது. தொடக்கக் காலத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு குழாய்களை மாற்றிச் சிகிச்சை செய்தார்கள். தற்போது 3,4,5 குழாய்களைக் கூட மாற்றி வைக்கக் கூடிய நிலைக்கு எட்டியுள்ளனர். எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக முக்கியமாக இந்நோய் உள்ளவர்களுக்கு மனஅமைதி வேண்டும்.

இரத்தினவேலு சுப்பிரமணியம்

நூலோதி

Harrison, Principles of Medicine; 11th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.

இடப்பெயர்ச்சி (இயக்கவியல்)

ஒரு பொருள் ஓர் இருப்பிலிருந்து மற்றொருஇருப்புக்குச் சென்றால் அப்பொருள் இடம் பெயர்ந்தது எனலாம். அது அதனுடைய தொடக்க இருப்பிலிருந்து இறுதி இருப்புக்குப் பயணம் செய்த நேர்கோட்டில் அமைந்த, தொலைவு இடப்பெயர்ச்சி (displacement) எனப்படும். இடப்பெயர்ச்சி எப்போதும் ஏதாவது ஒரு திசையை நோக்கி இருக்கும். எனவே இடப்பெயர்ச்சி பருமை (magnitude) உள்ள ஒரு திசையன் (vector) ஆகும். நேர்கோட்டு இயக்கத்தில் இடப்பெயர்ச்சியின் பருமை பயணம் செய்த பாதையின் நீளத்திற்குச் சமம் ஆகும். பாதையின் நீளம் திசையைச் சாராது. எனவே இது ஓர் அளவன் (scaler) ஆகும். சென்னையிலிருந்து மதுரை நோக்கிய இடப்பெயர்ச்சியும் மதுரையிலிருந்து சென்னையை நோக்கிய இடப்பெயர்ச்சியும் பருமையில் ஒத்தனவெனினும் திசையில் எதிரெதிரானவை.

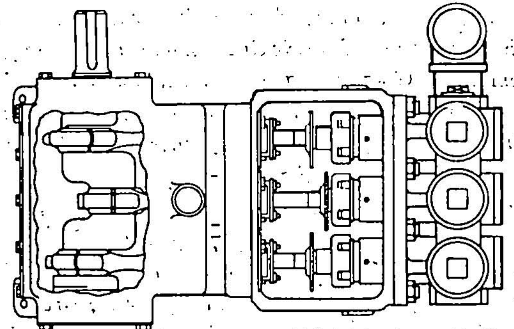
ஓர் அச்சைச் சுற்றி ஒரு பொருளைச் சுழற்றினால் அது கோண இடப் பெயர்ச்சிக்கு (angular displacement) உள்ளாகும். கோண இடப்பெயர்ச்சி பொதுவாக ஆரகங்களில் (radians) அல்லது பாகைகளில் (degrees) அளிக்கப்படும். ஓர் ஆரகம் என்பது 57.3° சமமாகும். காண்க, சுழற்சி இயக்கம்.

உலோ. செ.

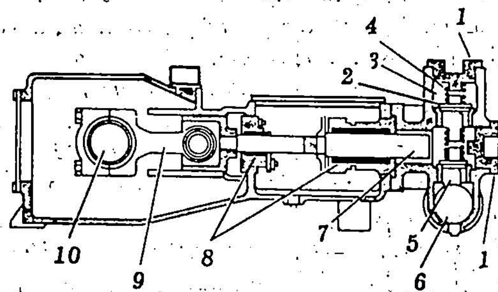
இடப்பெயர்ச்சி எக்கி

மூடிய கலனில் இடப்பெயர்ச்சி மூலம் பொருளை நிரப்பவும் வெளியேற்றவும் பயன்படும் எக்கி இடப்பெயர்ச்சி எக்கி (displacement pump) எனப்படும். எக்கி (pump), இறைப்பி, ஏற்றி, பம்பு எனவும் வழங்கப்படுவதுண்டு. இவை பொதுவாக ஐந்து வகைப்படும். அவை, ஊடாட்ட வகை (reciprocating type), நேர்ச்செயல் நீராவி வகை (direct-actiug steam type), சுழல்வகை (rotary type), வெற்றிடவகை (vacuum type), காற்றுயர்த்தல் வகை (air lift type) என்பன.

ஊடாட்டவகை எக்கி. இடப்பெயர்ச்சி ஊடாட்ட வகை எக்கியில் ஓர் உருள்கலன் இருக்கும். அதில் நுழைவிதழும் (inlet valve) வெளியேற்றிதழும் அமைந்த ஓர் அழுந்துருள் (piston or plunger) முன்னும் பின்னும் ஊடாடும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உறிஞ்சல் வீச்சின் (suction strokes) நுழைவிதழ் திறந்து உருள்கலனை நுழை குழாயுடன் (inlet pipe) இணைக்கும். வெளியேற்ற வீச்சில்(ex haust strokes) வெளியேற்றிதழ் திறந்து உருள்கலனிலுள்ள பொருளை வெளியேற்றும். வணரி, இணைப்புத்



அ



ஆ

படம் 1. கிடைநிலை மும்மைத்திறன் ஊடாட்டவகை எக்கி

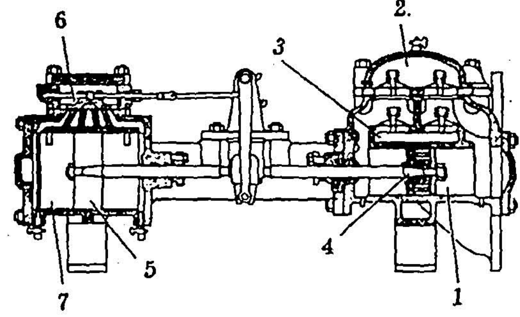
அ. கிடைப்படம். ஆ. நிலைப்படம் 1. உருள்கலத் தலை, 2. வெளியேற்றிதழ் 3. வெளியேற்றறை 4. கட்டுப்பாட்டிதழ் வில்சுருள் 5. உறிஞ்சிதழ் 6. உறிஞ்சறை 7. உலக்கை 8.அடைபொருள் 9. இணைப்புத்தண்டு 10.வணரித்தண்டு.

தண்டு (crank and connecting rod) ஆகியவற்றின் மூலமோ நேரடியாகவோ ஊடாட்ட எக்கி திறன் ஊட்டி இயக்கப்படுகிறது, அல்லது நீராவி, வளிமம் அல்லது அழுத்தக்காற்றுக் கொண்டு இயக்கப்படுகிறது.

படம் 1 இல் உயரழுத்த வேலைக்கு ஏற்ற உயர் வேக உலக்கைத்திறன் எக்கியின் (power bump) கிடைப்படமும் நிலைப்படமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு முனையிலும் மூவீச்சு (three throw) வணரித்தண்டு (crankshaft) ஓர் உருள்தாங்கியில் (roller bearing) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. உறிஞ்சித முக்குக் (suction valve) கீழும் வெளியேற்றிதழுக்கு (exhaust valve) மேலும் அமைந்துள்ள அகல் அறைகள் (manifolds) இறைக்கும் (pumping) உருள் கலன்களை உறிஞ்சு, வெளியேற்றுக் குழாய்களுடன் இணைக்கின்றன.

திறன் எக்கிகள் ஒன்று அல்லது இரண்டு வீச்சுள்ள இருசெயல்பாட்டு நீர்ம முனைகளோடு (liquid ends) அமையலாம். சீரான பாய்வு தேவைப்படும் போது, இவை ஐந்து, ஆறு அல்லது ஒன்பது வணரிகளுடன் அமைக்கப்படுவதும் உண்டு. திறன் ஊடாட்ட எக்கிகள் அகன்ற வெளியேற்ற அழுத்த இடைவெளியில் உயர்திறமையுடன் செயல்படுகின்றன. தொடர்ந்து மாறக்கூடிய வீச்சுள்ள சில சிறப்பு வடிவமைப்புகளைத் தவிர ஊடாட்டவகைத் திறன் எக்கிகள் நிலையான வேகத்தில் இயங்கும் போது அழுத்த இடைவெளி முழுதும் நிலையான கொள்ளளவுடன் இயங்குகின்றது. இந்த இயல்பு சில பயன்பாடுகளில் மிகவும் உதவுகிறது. சில பயன்பாடுகளில் கட்டுப்பாட்டுச் சிக்கல்களை உருவாக்குகிறது.

நேர்ச்செயல் நீராவிவகை எக்கி. ஊடாட்ட எக்கியை ஊடாட்டப் பொறிகள் (reciprocating engines) நன்றாக ஓட்டுகின்றன. ஒரு முனையில் உள்ள நீராவி அல்லது திறன் உலக்கை மறுமுனையிலுள்ள நீர்ம உலக்கையை நேரடியாக நீர்மத்துடன் இணைக்கும் நேரடிச்செயல் ஊடாட்ட எக்கிகள் எளிய அமைப்பின. நெளிவியல்பு உடையவை. நீராவி உலக்கை, நீர்மஉலக்கைகளின் ஒப்பளவுகளை (relative size) மாற்றிப் பல்வேறு அழுத்தமும் கொள்ளளவும் உள்ள நீராவி எக்கிகளை வடிவமைக்கலாம். கையாலோ, தன்னியக்கக் கட்டுப்பாட்டாலோ நீராவியை நெரித்து (throttle) நீராவி எக்கியின் வெளியேற்றத்தைச் சுழியிலிருந்து பெருமஅளவு வரை மாற்றமுடியும். நேரச்செயல் எக்கியைத் தனியாகவோ இரட்டையாகவோ வடிவமைக்கலாம். முன்னதில் ஒரு நீராவி உருள்கலனும் ஒரு நீர்ம உருள்கலனும் அமையப் பின்னதில் இரு நீராவி உருள்கலனும் அமையும். படம் 2 இல் உள்ளபடி, இரட்டை எக்கியின் ஒவ்வொரு நீராவியிதழும் வணரிகள், பிணைப்புகள் ஆகியவற்றின் மூலம் (cranks and links) எதிர்ப்புறம் உள்ள உலக்கையின் இயக்கத்தால் இயக்கப்படுகின்றன. தனி எக்கியில் குறைந்த வேகத்தில் எக்கி நின்றுவிடுவதைத் தடுக்கத் தலைமை இதழ்ப்பிணைப்பு மற்றொரு துணையிதழ் அமைப்பை இயக்கும். அந்தத் துணையிதழ் அமைப்பு, தலைமை நீராவியிதழைக் கட்டுப்படுத்தும்.



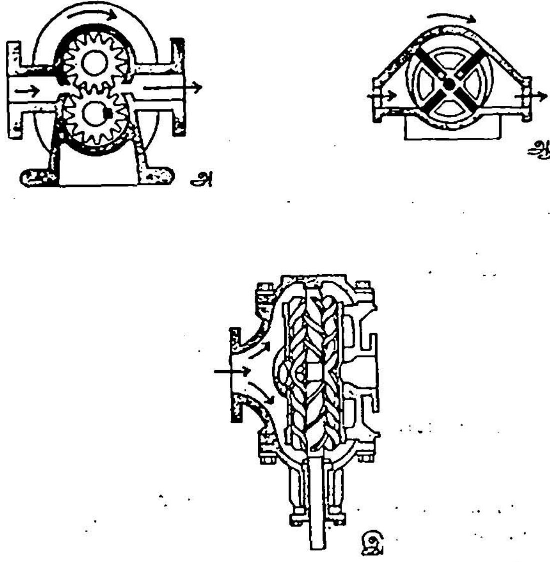
படம் 2. இரட்டை நேர்ச்செயல் நீராவி இயக்க ஊட்டுநீர் எக்கி

1. நீர்ம உருள்கலன், 2. வெளியேற்றறை, 3. நுழை அறை, 4. எக்கி உலக்கை, 5. திறன் உலக்கை, 6. நழுவிதழ், 7. நீராவி உருள்கலன்.

ஊடாட்ட எக்கி, தாழ், நடுத்தரக் கொள்ளளவு எக்கிகட்கு ஏற்றவை. மேலும் இவை நடுத்தர உயர் அழுத்த இயக்கத்துக்கும் ஏற்றவையாகும். இவை இயல்பு வேகத்தில் இயங்கும்போது தாழ், நடுத்தரப் பிசுப்பு நீர்மங்களுக்கும் குறைந்த வேகத்தில் இயங்கும்போது உயர் பிசுப்பு நீர்மங்களுக்கும் ஏற்றவை,

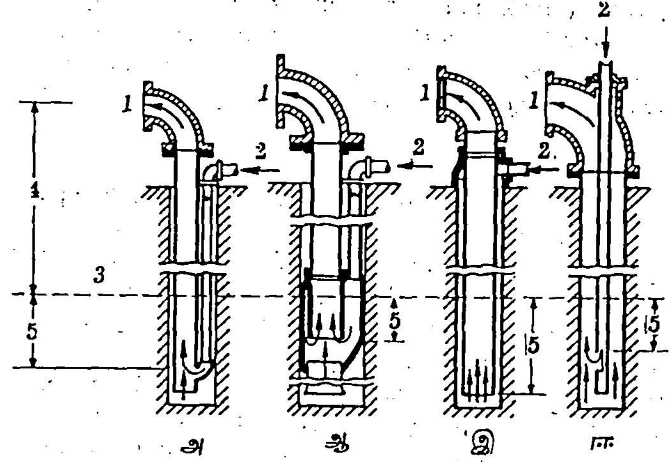
சுழல்வகை. மற்றொரு வகை இடப்பெயர்ச்சி எக்கியில் நிலையான கூட்டுக்குள் (case) பல்சக்கரம். நெம்புருள் (cam), திருகு, இதழ் அல்லது அலகு (vane) உலக்கை அல்லது அதை ஒத்த உறுப்புகள் ஒரு சுழல் தண்டால் ஓட்டப்படுகின்றன. பெரும்பாலான சுழல்வகை எக்கிகளில் திறந்து மூடும் கட்டுப்பாட்டு இதழ்கள் இருக்கா. இவை நிலையான சீர்ப்பாய்வுடையவை. பலவகைச்சுழல் எக்கிகளில் மூன்று வகைகள் மட்டும் படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

சுழல்வகை எக்கிகளின் பருமன் திறமையை அதிகரிக்க உரசு பரப்புகளுக்கு இடையில் உள்ள வெளி சிறிதாக அமையவேண்டும். எனவே, இவை கசிவு குறைவாக அமைந்த தூய்மையான எண்ணெய் உயர் பிசுப்புடைய உயவு எண்ணெய் ஆகியவற்றுக்கு ஏற்றவை. உயர்பிசுப்புடைய பாறை எண்ணெய்க்குச் (petroleum) சுழல்வகை எக்கி நடுத்தர அழுத்தக் கொள்ளளவு இடைவெளியில் திறமையுடன் செயல்படும். குறைந்த வேகத்தில் எல்லாப் பிசுப்பு



படம 3. சுழல்வகை எக்கிகள்

அ. பல்சக்கர வகை ஆ. நழுவுவிலகு வகை இ.திருகு வகை



படம் 4. காற்றுயர்த்தல் எக்கிகள்.

அ,ஆ. பக்க நுழைவாய்முறை இ. சாண்டர் முறை, ஈ. மையக்காற்றுக்குழாய்முறை.
1. நீர் 2. காற்று 3. நீர் மட்டம் 4. தூக்கு 5. அமிழ்வு.

எண்ணெய்களையும் குறைவான திறமையுடன் இறைக்கும் (pump).

வெற்றிட வகை. அனைத்து வெற்றிட எக்கிகளும் அமுக்கிகளைப்போலவே செயல்பட்டாலும் இடப் பெயர்ச்சி எக்கிகள் சில வெற்றிட இறைப்புப் (vacum pumping) பயன்பாடுகளுக்குத் தேவைப்படு கின்றன. படம் 2 இல் உள்ள அமிழ் நீர்மமுனை உடைய உலக்கை கொண்ட தனி நீராவி எக்கிகள் நீராவிச்சூடேற்ற அமைப்புகளிலும் நீராவிச் செறிகல அமைப்புகளிலும் பயன்படுகின்றன. இவை ஈர வெற்றிட எக்கிகள் எனப்படுகின்றன. இவற்றில் இறுதிப்பருமனை அடைக்கும் அளவுக்கு நீர்மம் உருள்கலனில் எப்போதும் இருப்பதால் இவை உள் வரும் வளிமம் முழுமையையும் வெளியேற்றுகின்றன. சில சுழல் எக்கிகளும் வெற்றிட எக்கிகளாக அடைப்பு எண்ணெய் (sealing oil) அடியில் தங்கப் பயன்படுவது உண்டு.

காற்றுயர்த்தல் வகை எக்கி. காற்றுயர்த்துவகை (air lift types) எக்கிகள், சிராய்ப்பியல்பு (abrasive) அல்லது கரிப்பியல்பு (crrosive) உள்ள நீர்மங்களை இறைப்பது போன்ற குறைந்த திறமையைப் பற்றிய கவலை இல்லாத இடங்களில் பெரிதும் பயன் படுகின்றன.

இந்த எக்கியில் ஒரு கிணற்றில் ஒரு குழாயின் அடிமுனை மூழ்கிய நிலையில் இருக்கும், மற்றொரு குழாய் அமிழ்குழாயின் அடிப்பகுதிக்கு அமுக்கிய காற்றைத் தரும். அமிழும் ஆழம் தேவைக்கு ஏற்ற படி மாறும். குழாய் அடிப்பகுதிக்கும் நீர்மட்டத்துக் கும் உள்ள அமிழ்வு ஆழம் உயர்ந்து ஆழத்தில் நான்கிலொரு பங்காக அமையும். அமிழ் குழாயில் உள்ள காற்று, நீர்க்கலவை வெளியில் உள்ள நீரை விட இலேசாக இருப்பதால், அமிழ்தல் அழுத்தத் தால் (pressure of submergence) அந்தக்கலவை மேலே எழுப்பப்படுகிறது. காண்க, அமுக்கிகள்; எக்கி; வெற்றிட எக்கி

உலோ. செ

இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம்

வெற்றிடத்திலும் மின்காப்பிகளிலும் (insulator) பயணம் செய்கின்ற, காலத்தைப் பொறுத்து மாறு கின்ற, மின் காந்தப் புலத்தில் ஜே. சி. மேக்சுவெல் பயன்படுத்திய ஒரு கருத்தே இடப்பெயர்ச்சி மின் னோட்டம் (displacement current) ஆகும்.

மின்னோட்டம் வழக்கமாக மின்னூட்டத்தின் (charge) பயணமாக வரையறுக்கப்படுகிறது. எனவே, இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் என்ற சொல் மின் னோட்டமேயில்லாத வெற்றிடத்தில் பயன்படுத்தப் படுவதால் உறுதியாக இது ஒரு தவறான சொல் லாகும். ஒரு மின்னோட்டம் உண்டாக்கும் காந்தப் புலத்தால் மின்னோட்டத்தை வரையறுக்கும்போது இந்தக் கருத்து, பொருத்தமானதாக அமையும். ஒரு மின்காப்பியின் மின்புலத்தில் எதிர் மின்னூட்டங்கள் நேர் மின்னூட்டங்களைப் பொறுத்து இடம்பெயரும்.

எனவே, இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் என்ற கருத்து இங்கு பொருத்தமாகவே அமைகிறது.

மேக்சுவெல் ஈத்தர் என்ற ஊடகம் மின் முனைமை (polarity) அடைவதாகக் கருதியதால் வெற்றிடத்துக்கும் இக் கருத்தைப் பொருத்திப் பயன் படுத்தினார். காண்க, ஈத்தர் கருதுகோள்; மேக்சு வெல் சமன்பாடுகள்.

$\vec{i}$ என்ற மின்னோட்டத்தைக் காந்தப்புலம் $\vec{H}$ இன் சுரிப்பாக (curl) வரையறுத்தால்,

$$\int \vec{H}.\ \vec{ds} = \int_S (\vec{i} + \frac{d\vec{D}}{dt}).\ \vec{n}ds \qquad (1)$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கும். இங்கு $\frac{d\vec{D}}{dt}$ என்ற கோவையை S என்ற பரப்புக்குச் செங்குத்தாக உள்ள $\vec{n}$ என்ற ஒற்றைச் செங்குத்துத் திசையினால் புள்ளிப் பெருக்கல் (dot product) செய்ய, இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் கிடைக்கும்.

இக்கருத்து அருகிய மின்னோட்டம் பாயும் மின் காப்பிகளுக்கும் வெற்றிடத்துக்கும் மிகவும் பொருந்தும். ஆனால் கடத்திகளில் இம்மின்னோட்டம் மிகவும் தள்ளத்தக்க அளவுடையதாக இருக்கும். காண்க, ஆம்பியர் விதி. வெற்றிடத்திலோ மின்காப்பியிலோ இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டக் கோவை தேவைப் படுவதைக் கீழ்வருமாறு நிறுவலாம். ஒரு மாறுமின்னோட்டச் சுற்று வழியில் மின்னூட்டப்படும் இணை நிலைத்தட்டுகளுடைய மின்கொண்மியைக் கருதுவோம். அதிலுள்ள இரண்டு பரப்புகளையும் இணைக்கும் என்ற மூடிய வளைவு மின்னோட்டமுடைய கம்பிகளில் ஒன்றைச் சூழ்ந்து அமையும். அப்போது அது கொண்மி இடைவெளியைக் கடந்து மின்னோட்டக் கம்பி வெட்டும் S_2 என்ற பரப்பையும் கடக்கும்.

கா்ஸ் (gauss) மின்பெருக்குத் தோற்றத்தின்படி, கம்பிக்கும் தட்டுக்கும் இடையே அமையும் Q என்ற மின்னூட்டம், கீழ்க்காணும் சமன்பாடு (2) ஆல் தரப்படும்.

$$Q = \int_{S_1} \vec{D}.\vec{n}\ ds - \int_{S_2} \vec{D}.\vec{n}\ ds \qquad (2)$$

ஒற்றைச் செங்குத்துத் திசையன் $\vec{n_1}$ மின்னோட்டத்தின் திசையில் அமையும். இது S_1 S_2 என்ற இரு பரப்புகளுக்குப் பொருந்தும். I என்ற மின்னோட்டம் $\int \vec{i}.\ \vec{n}\ ds$, $\frac{dQ}{dt}$ என்பதற்குச் சமமாகும். இதிலிருந்து கீழ்க்காணும் சமன்பாடு (3) ஐப் பெறலாம்.

$$\int_{S_1} \frac{d\vec{D}}{dt}.\ \vec{n}\ ds = \int_{S_2} (\vec{i} + \frac{d\vec{D}}{dt}).\ \vec{n}ds$$
$$= \int_S \vec{H}\ \vec{ds} \qquad (3)$$

எனவே, s என்ற பரப்பால் சூழப்பட்ட S என்ற பரப்புக்கும் சமன்பாடு (1) சரியாக அமைய இடப் பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தை மின்னோட்ட அடர்த்தியுடன் உள்ளிணைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது.

உலோ. செ.

இடப்பெயர்ச்சியும் இயக்க உறுப்புகளும்

விலங்குகள் பல்வேறு இயக்க உறுப்புகளால் (locomotory organelles) இடப்பெயர்ச்சி (locomotion) செய்கின்றன. அமீபா, போலிக்கால்களின் (pseudopodia) உதவியாலும், பரமேசியம் (paramaecium) குற்றிழைகளின் (cilia) உதவியாலும் இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன. இவற்றில் செல்லினுடைய ஒரு பகுதியே இயக்க நுண்ணுறுப்பாகப் பயன்படுவதைக் காணலாம். முதுகெலும்புடைய உயர்விலங்குகளில் தனிப்பட்ட இயக்க உறுப்புகள் தோன்றியிருப்பதைக் காண்கிறோம். மீன்களில் துடுப்புகளும் (fins) இருவாழ்விகளில் சவ்வுடைய விரல்களைக் கொண்ட கால்களும், ஊர்வனவற்றில் விரலுடைய நீண்ட கால்களும், பறவைகளில் இறக்கைகளும், பாலூட்டிகளில் தகுந்த தகவமைப்புப் பெற்றுள்ள உறுதியான கால்களும் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகப் பயன் படுகின்றன. எனவே, இடப்பெயர்ச்சி உறுப்பு பரிணாமத்தில் செல்லின் ஒரு பகுதியிலிருந்து தொடங்கித் தனி உறுப்பாகிய கால்கள் வரை படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள் பெற்றுள்ளதைக் காணலாம்.

விலங்குகளில் காணப்படும் இயக்கங்கள்

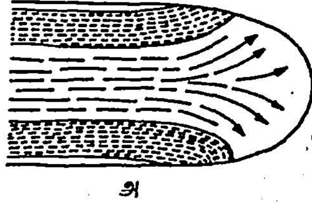
அமீப இயக்கம் (amoeboid movement). முன்னுயிரிகள் (protozoa) தொகுதியைச் சேர்ந்த விலங்குகளில் இவ்வகை இயக்கம் காணப்படுகிறது. இத் தொகுதியைச் சேர்ந்த அமீபா புரோட்டியஸ், (*amoeba proteus*) போலிக்கால்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. போலிக்கால்கள் தோன்றும்போது அந்த இடத்திற்குப் புரோட்டாப்பிளாசம் செல்கிறது; இது வெளிப்புறத்தில் புறப் பிளாசமாகவும் (ectolasm), உட்புறத்தில் அகப்பிளாசமாகவும் (endoplasm) அமைந்துள்ளது. புறப்பிளாசம் போலிக்காலாக வடிவெடுக்கும்போது அவ்விடத்திற்கு அகப்பிளாசம் செல்கின்றது. இந்தப் புதிய போலிக்கால் தோற்றத்தினால் பழைய போலிக்கால்கள் மறையத் தொடங்குகின்றன. இத்தகைய செயற்பாடுகளால் அமீபா தன் உருவையும், இடத்தையும் மாற்றிக் கொள்கின்றது.

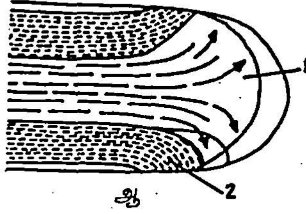
அமீபாவில் நிகழும் அமீப இயக்கத்தை விளக்கப் பல கொள்கைகள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன.

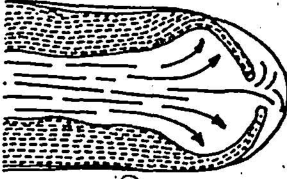
சுருக்கக்கொள்கை (contraction theory). இக் கொள்கையின்படி அமீபாவின் இயக்கம் அதனுடைய

புரோட்டோப்பிளாசம் சுருங்குவதால் ஏற்படும் நீரோட்டம் போன்ற அசைவினால் நிகழ்வதாக ஜென்னிங்ஸ் (Gennings) என்பவர் கருதுகிறார்.

ஜெல் சால் கொள்கை (gel sol theory). அமீபா வில் புரோட்டோப்பிளாசம் இளகிய நிலையிலும் (plasmosol) சற்று இறுகிய நிலையிலுமாக (plasmogel) இரு நிலைகளில் காணப்படுகிறது. போலிக் கால் உருவாகும் போது இளகிய புறப்பிளாசக் குழல் முன்புறம் தோன்ற, பின்புறத்திலுள்ள புறப்பிளாசம் அகப்பிளாசமாக மாறுகின்றது. இதனால் இயக்கம் ஏற்படுகின்றது.





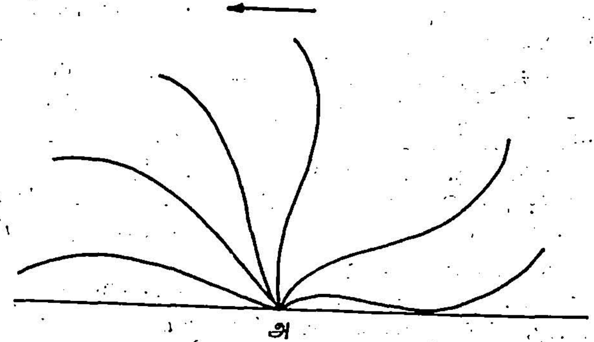


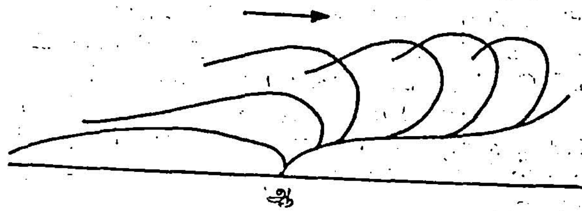
படம் 1. அமீபாவின் ஒரு பகுதியில் புரோட்டோப்பிளாசத்தின் இயக்கம் 1. பிளாஸ்மோசால் 2. பிளாஸ்மோஜெல்

பாகுத்தன்மை மாற்றக் கொள்கை (change of viscosity theory). இக்கொள்கையின்படி புரோட்டோப் பிளாசத்தின் பாகுநிலை மாறி இயக்கத்தை ஏற் படுத்துகிறது. அதாவது, போலிக்கால் குழல் தோன் றும்போது அதன் முன்பகுதியில் இறுகிய பிளாசம் இளகிய நிலையடைந்து, பின்பகுதியில் இளகிய பிளாசம் சற்று இறுகிய பிளாசமாக மாறுகிறது.

மூலக்கூற்றுச் சுருக்கக் கொள்கை (foundation zone theory). ஆலன் (Allen) என்பவரின் கருத்துப்படி, அமீப இயக்கத்திற்குக் காரணம் அமீபாவின் உடலி லுள்ள அகப்பிளாசப் புரத மூலக்கூறுகள் முன்பகு தியில் சுருங்கி, அங்குள்ள இளகிய பிளாசம் இறு கிய பிளாசமாக மாறுவதேயாகும். இந்த இறுகிய பிளாசம் முன்பகுதியில் போலிக்காலாகத் தோன்ற உதவுகிறது. இக்கொள்கைகளிலிருந்து, போலிக்கால் களில் புரோட்டோப்பிளாசம் நீரோட்டம் போன்று இயங்குவதால் அமீப இயக்கம் நிகழ்வதை உணர லாம். இத்தகைய இயக்கம், இரத்த வெள்ளணுக்களி லும் சிவப்பணுக்களிலும் நிகழ்கிறது. இந்த இயக்கம் நடைபெறுவதற்கு முன்பு, இயக்கம் நடைபெறவிருக் கும் செல்லின் சவ்வில் (cell membrane) மின் வேதி யல் மாற்றங்கள் நிகழ்ந்து செயல்திறனைத் (action potential) தோற்றுவிக்கின்றன.

குற்றிழை இயக்கம் (ciliary motion). பரமேசியம் போன்ற நுண்ணுயிரிகளில் சிலியா எனப்படும் குற் றிழைகள் மூலம் இடப்பெயர்ச்சி நிகழ்கிறது. இவை முன்புறமும் பின்புறமும் சீராக வளைந்து நிமிர்வ தால் உயிரியால் முன்புறமாகவோ பின்புறமாகவோ நீந்த முடிகிறது. குற்றிழைகளின் உந்து இயக்கத்தை யும், மீட்பு இயக்கத்தையும் வரைபடத்தில் காண லாம்.







படம் 2. குற்றிழைகளின் பல்வேறு அசைவுகள்

1. குற்றிழைகளின் முன்புற அசைவினால் உந்துவேகம் உண்டாகிறது. 2. அவற்றின் முன்புற அசைவிற்குப் பிறகு பின்புற அசைவு ஏற்படுகின்றது. குற்றிழைகள் வளைந்திருக்கும் தன்மையை நோக்குக 3. குற்றிழைகள் தொடர்ந்து அசைவதால் ஏற்படும் தோற்றம். அம்புக்குறி உயிரி செல்லும் திசையைக் குறிக்கிறது.

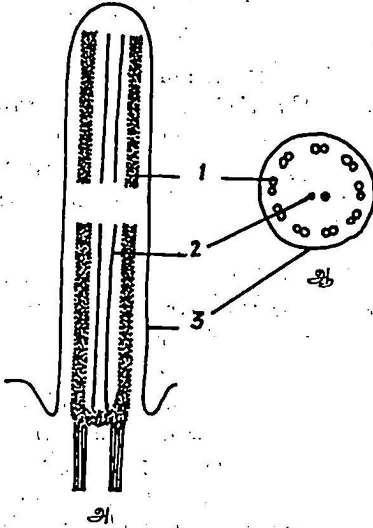
குற்றிழைகள், புரோட்டோப்பிளாசத்திலிருந்து தோன்றிய மிக நுண்ணிய இழைகளேயாகும். இவை

இடப்பெயர்ச்சி நுண்ணுறுப்புகளாகச் செல்சவ்வில் மாற்றம் அடைந்துள்ளன. அனைத்துக் குற்றிழை களும் ஒன்றிணைந்து முறையான கால அளவிற்குட் பட்டு அசையும் தன்மை பெற்றுள்ளன. இவற்றின் இயக்கம், உடலின் மேற்பரப்பிலுள்ள நுண்பொருள் களை நகர்த்தும்; அல்லது உடலைச் சூழ்ந்துள்ள நீரில் இயக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கும்.

பரமேசியத்தின் குற்றிழைகள் மூன்று அல்லது நான்கு மைக்ரான் (மைக்ரான் என்பது மில்லிமீட்ட ரில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு) நீளமுடையவை. இதனு டைய புறப்பகுதியில் செல்சவ்வு அமைந்துள்ளது. அகப்பகுதி பதினோரு நுண் குழலிகளைக் (micro-tubular filaments) கொண்டுள்ளது. (படம் 3). புறத்தே அமைந்துள்ள குழலிழைகளில் ஏட்டிப்பேஸ் (ATpase) என்னும் நொதியின் செயலியக்கத்தைக் (activity) காண முடிகிறது. குற்றிழைகள் பின்புற மும் முன்புறமும் அசையும்போது நுண்விலங்கு கள் முறையே முன்புறமும் பின்புறமும் நகர்கின்றன. இவற்றின் இயக்கத்தைப் புறத் தூண்டுதல் களான உணவு, ஒளி, மின்சக்தி, ஆக்சிஜன், கார்பன் டை ஆக்சைடு முதலியவை மாற்றியமைக்கின்றன.

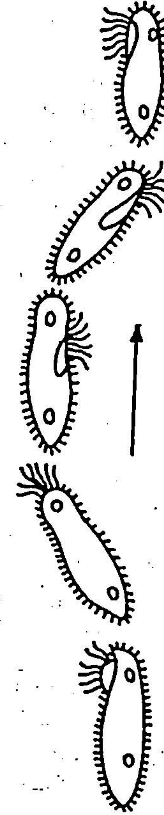
குற்றிழைகளும், நீளிழைகளும் (flagella) சில வேறுபட்ட இயக்கங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அவை பெண்டுல இயக்கம் (pendular movement) வளைவு இயக்கம் (flexured motion) அலை இயக்கம் (undulating motion) ஆகியனவாகும். பெண்டுல இயக்கத்தில், குற்றிழைகளின் அடிப்பகுதி மட்டும் வளைந்து முன்னும் பின்னும் அசைகின்றன. விலங் குகளிலுள்ள அனைத்துக் குற்றிழைகளும் ஒருமித்து இவ்வாறு அசைகின்றன. வளைவு இயக்கத்தில் குற்றிழைகளின் நுனிப்பகுதியில் மட்டும் வளைவு ஏற்பட்டுப் பின்னர் அடிப்பகுதி நோக்கிச் செல்கிறது. அவ்வியக்கம் நம்முடைய கைவிரலினை மடக்குவது போன்றது. மெல்லுடலிகளின் செவுள்களிலுள்ள குற்றிழைகள் இவ்வாறு இயங்கி நீர்ச் சுவாசத்திற்கு உதவுகின்றன. அலையியக்கம் நீளிழைகளையுடைய விலங்குகளில் காணப்படுகிறது. இவ்வியக்கத்தில் நீளிழையின் அடியில் தொடங்கி நுனிவரையிலும் அலையசைவுகள் செல்கின்றன. விந்துச் செல்களில் இத்தகைய இயக்கம் நடைபெறுகிறது,

குற்றிழைகளின் இயக்கம் பற்றி இரண்டு கொள் கைகள் உள்ளன. செயலுறாக் குற்றிழைக்கொள்கை யின்படி (passive theory), நீரின் அலையியக்கமும் உந்து ஆற்றலும் (surging and ebbing of fluid)



படம் 3. குற்றிழையில் உள்ள அமைப்பு

அ. நீளவெட்டுத் தோற்றம் ஆ. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 1. பக்கக் குற்றிழை 2. மையக்குற்றிழை 3. புற உறை (செல் சவ்வு).



படம் 4. குற்றிழைகள் மூலம் பரமேசியம் இடப்பெயர்ச்சி செய்தல் அம்புக்குறி இயக்கத்திசையைக் காட்டுகிறது.

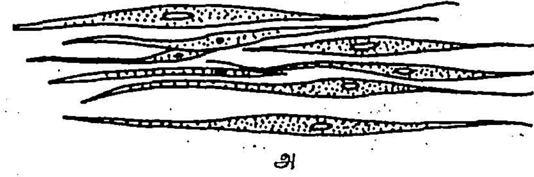
குற்றிழைகளின் இயக்கத்திற்குக் காரணமாக அமை கின்றன. இது சாஃபரின் (schafer, 1871) கருத் தாகும். இக்கொள்கை பலராலும் ஏற்கப்படாத ஒன்று. செயல்மிகு குற்றிழைக் கொள்கையின்படிக் (active theory), குற்றிழைகளில் செயல்மிக்க, சுருங்கக் கூடிய சில பகுதிகள் இருப்பதே அவற்றின் இயக்கத் திற்குக் காரணமாகும். ஹீடன்ஹெயின் (Heidenhain, 1911) என்பவரால் கூறப்பட்ட இக்கொள்கையின்படி, குற்றிழைகள் இயங்குவதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படு கிறது. குளிர்நிலை, வளர்சிதை மாற்ற நச்சுப் பொருள்கள், ஆக்சிஜன் குறைவு போன்றவை குற் றிழைகளின் இயக்கத்தைக் குறைக்கின்றன. இதி லிருந்து ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்தி வளர்சிதை மாற்றம் நிகழ்ந்து குற்றிழைகளின் இயக்கம் ஏற்படு வது தெளிவாகிறது.

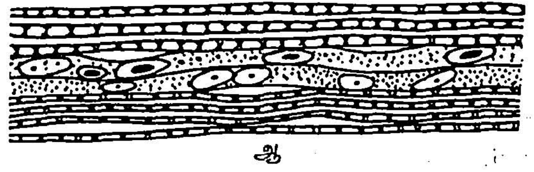
தசைச்சுருக்க இயக்கம் (movement by muscular contraction). அமீப இயக்கம், குற்றிழை இயக்கம், நீளிழை இயக்கம் முதலியவற்றையடுத்து, விலங்கு களில் இடப்பெயர்ச்சிக்குக் காரணமாக அமைவது தசை இயக்கமாகும். தசைகள், முதுகெலும்பற்ற வற்றிலும் (invertebrata) முதுகெலும்பிகளிலும் (vertebrata) காணப்படுகின்றன. தசை சுருங்கி விரி வதன் மூலம் விலங்குகளின் உடலுறுப்புகளில் பல வகை இயக்கங்கள் (body movements) ஏற்படு கின்றன. தசையியக்கத்திலும் செயல்மிகு வளர்சிதை மாற்றம் (active metabolism) நிகழ்கிறது. இதற்குத் தேவையான ஆற்றல் ஊட்டப்பொருள்களின் ஆக்சி கரணத்தின் (oxidation) மூலம் கிடைக்கிறது.

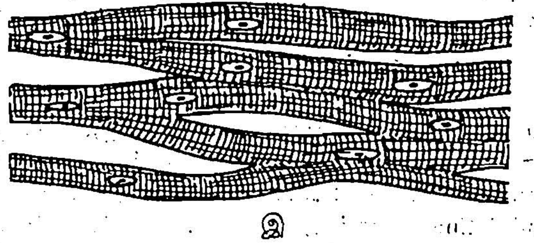
தசைகள், அவற்றின் செயல்படும் தன்மையைப் பொறுத்து இயக்கு தசை (voluntary muscles) என் றும் இயங்கு தசை (involuntary muscles) என்றும் இரு வகைப்படும். தசைகள் சுருங்கி விரிவதால் இதய இயக்கம், குடல் இயக்கம், தாடைகளின் இயக்கம், இடப்பெயர்ச்சி போன்ற அனைத்து உயிர்ச் செயல் பாடுகளும் நிகழ்கின்றன.

இயக்கு தசைகள். வரித் தசைகள் (striated muscle fibres) இயக்கு தசைகளாகும். இவை விலங்கு களின் எண்ணத்திற்கு ஏற்ப இயக்கப்படுகின்றன. அனைத்து இயக்கு தசைகளும் எலும்புகளைச் சார்ந் திருப்பதால் இவற்றை எலும்புத் தசைகள் (skeletal muscles) என்றும் கூறுவர். மனித உடலில் ஏறக் குறைய 400 எலும்புத் தசைகள் இருக்கின்றன; உட லின் எடையில் ஐந்தில் இரு பங்கு இத்தசைகளாலா னது. தண்டுவடத்தின் முன் வேர்ப் பகுதியிலிருந்து (anterior root) தோன்றும் உடல் நரம்புகள் (somatic nerves) இத்தசைகளில் முடிவடைகின்றன.

இத்தசைகள் 12 செ.மீ. வரை நீளமுடையவை; விட்டம் 10 மைக்ரானிலிருந்து 100 மைக்ரான் வரை யுள்ளது. தசைநாரைச் சுற்றி மெல்லிய, கடினத் தன் மையுள்ள சார்க்கோலெம்மா (sarcolemma) என்ற தசைநார் உறை காணப்படுகிறது. இதன் உட்புறத் தில் செல்சவ்வு (plasma membrane) உள்ளது. தசைச் செல்லிலுள்ள 'புரோட்டோபிளாசம்', சார்க்கோப் பிளாசம் (sarcoplasm) எனப்படுகிறது; சார்க்கோ பிளாசத்தில் தசை நுண்நார்கள் (myofibrils) காணப் படுகின்றன. இந்தத் தசை நுண்நார்களின் விட்டம் 2-மைக்ரான் ஆகும்.





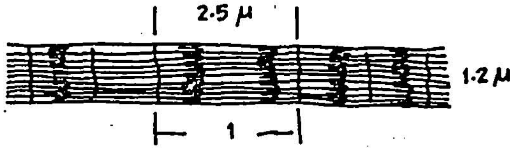


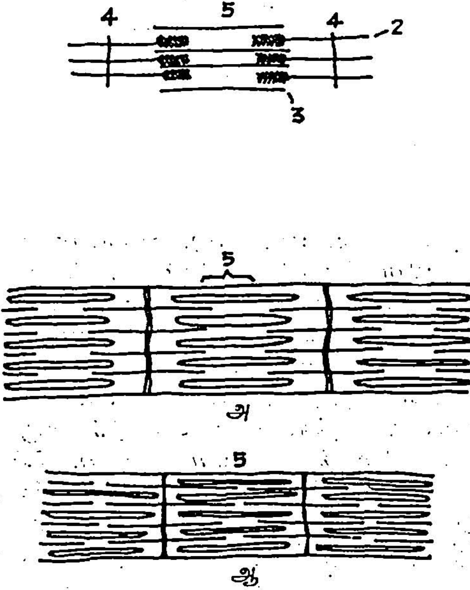
படம் 5. தசைகளின் வகைகள்

1. மென் தசைச் செல்கள் (இயங்குதசை) 2. வரித்தசை நார்கள் (இயக்கு தசை) 3. இதயத்தசை (இயங்கு தசை).

தசைநாரில் கறுப்பு, வெள்ளைப் பட்டைகள் (light & dark bands) மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. ஒரு தசை நுண்நாரும், மற்றொரு தசை நுண்நாரும் கிடைமட்டமாகவும், ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் அமைந்துள்ளன. எனவே, தசைநார்களில் நீளவாட்டு வரிகளும், குறுக்கு வரிகளும் காணப்படுகின்றன. இது தசைநார்களின் குறிப்பிடத்தக்க தன்மையாகும். இதிலுள்ள கறுப்புப் பட்டைகள் இரு ஒளி விலக்க முடையன (birefringent). இவற்றுக்கு வேற்றுருப் பட்டைகள் (anisotrophic bands or A bands) என் றும், ஒளி விலக்கமற்ற வெள்ளைப்பட்டைகளுக்கு உரு வொத்த பட்டைகள் (isotrophic bands or I-bands) என்றும் பெயர். இரண்டு தசை நார்கள் சார்க்

கோமியர்கள் (sarcome res) எனப்படும் தசைநார்க் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. சார்க்கோமியரில் ஆக்ட்டின் (actin) இழைகளும் மையோசின் (myosin) இழைகளும் உள்ளன. சார்க்கோமியர் தசைச் சுருக்கத்தின் அடிப்படை அமைப்பாக விளங்குகிறது. இதன் இருபுறங்களிலும் Z சவ்வுகள் (Z membrane) காணப்படுகின்றன.





படம் 6. தசைகளின் உள்ளமைப்பு

1. சார்க்கோமியர் 2. ஆக்ட்டின் 3. மையோசின் 4. Z சவ்வு 5. கருப்புப்பட்டைகளுக்கிடையேயுள்ள வெண்பகுதி அ. தசைநாரின் ஓய்வு நிலை ஆ. தசைநாரின் சுருக்க நிலை.

ஆக்ட்டின் இழைகள் 50 A° (ஓர் ஆங்ஸ்ட்ராம் A° என்பது மில்லி மீட்டரின் மில்லியனில் ஒரு பங்கு) விட்டமுடைய நீண்ட மெல்லிய இழைகளாகவும், மையோசின் இழைகள் 150 A° விட்டமுடைய தடித்த குட்டை இழைகளாகவும் இருக்கின்றன. அதாவது, ஒரு சார்க்கோமியரின் ஆக்ட்டின் இழையும், மற்றொரு சார்க்கோமியரின் ஆக்ட்டின் இழையும் Z கோட்டில் இணைந்து நிற்கின்றன. ஒரு சார்க்கோமியரிலுள்ள ஆகட்டின் இழைகள் நடுவில் ஒன்றோடொன்று சேராமல் இருப்பதால் அப்பகுதி வெள்ளையான H பகுதியாகக் (H zone) காணப்படுகிறது. எனவே, இப்பகுதியில் ஆக்ட்டின் இழைகள் இல்லை.

இத்தகைய அமைப்புடன் கூடிய தசைநார்கள் சுருங்கும்போது, ஆக்ட்டின் இழைகள் மையோசின் இழைகளுக்கிடையிலுள்ள வெற்றிடத்தினுள் நுழைகின்றன. இதனால், வெள்ளைப் பகுதி குறுகின்றது. இதுபோலவே H பகுதியும் குறுகுகின்றது.

இயங்கு தசைகள். உடல் உள்ளுறுப்புகளான இரைப்பை, இரத்தக் குழாய்கள் போன்ற உறுப்புகளில் மென்தசைகள் (smooth muscles) எனப்படும் இயங்கு தசைகள் காணப்படுகின்றன. இவை விலங்குகளின் இச்சைக்கு ஏற்பச் செயல்படுவன அல்ல. இத்தசைகளில் நீளவாட்ட வரிகள் மட்டும் காணப்படுகின்றன; குறுக்கு வரிகள் இல்லை. இருப்பினும் இயங்கு தசையாகிய இதயத்தசைகளில் மட்டும் குறுக்கு வரிகளும் காணப்படுகின்றன. எனவே, இதயத் தசைகளை மட்டும் தனியே வகைபடுத்தியுள்ளனர்.

மென்தசை, மென்தசைச் செல்களாலானது. இத்தசைச் செல்கள் நீண்டும், நடுவில் உட்கருவைக் கொண்டும் ஓட வடிவில், 20 முதல் 40 மைக்ரான் வரை நீளமுடையவையாகக் காணப்படுகின்றன. இத்தசை நாரிலும் தசை நுண்நார் இழைகள் உள்ளன. இத்தசைகள் பரிவு நரம்பு மண்டலம், மருங்கு நரம்பு மண்டலம் ஆகியவற்றின் நரம்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

தசைகளின் முக்கிய தன்மைகள்

தூண்டல் தன்மை (excitability). இயக்குத்தசை இயங்கு தசை இதயத் தசை ஆகிய மூன்று தசைகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுடைய தூண்டுதல் மூலம் தூண்டப்படக் கூடியவை. இருப்பினும், இயங்கு தசைகள் மட்டும் அதிக அளவில் தூண்டப்பட வேண்டியவையாக இருக்கின்றன. மனித எலும்புத் தசைகள் தூண்டப்பட்டதிலிருந்து 0.03 வினாடியிலிருந்து 0.04 வினாடிக்குள் சுருங்கும் ஆற்றல் உடையன; தவளையின் வயிற்றுத் தசை 5 வினாடிக்குள் சுருங்கும் ஆற்றல் உடையது.

கடத்தும் தன்மை (conductivity). ஒரு தூண்டுதல் தேவையான அளவு திறனுடையதாக இருப்பின் அது, தசைநாரினைத் தூண்டிவிடுகின்றது. தூண்டப்பட்ட இடத்திலிருந்து அந்நாரின் மற்ற இடங்களுக்கு அது பரவுகின்றது. இதுவே, கடத்தும் தன்மை எனப்படுகின்றது. மற்றதசைகளைவிட இயக்கு தசையில் இது மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. தவளையின் இயக்குதசையில் ஒரு வினாடிக்கு 3 மீ. முதல் 4 மீ. வரை தூண்டுதல்கள் கடத்தப்படுகின்றன; இது மாறா வெப்பக்குருதி விலங்குகளில் 6 முதல் 12 மீட்டராகக் காணப்படுகின்றது.

சுருங்கும் தன்மை (contractility). மூன்று விதமான தசைகளும் தூண்டப்படும்போது சுருங்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. இது இயக்கு தசையில் மற்ற தசைகளைவிட அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

சுருங்கி நிற்கும் ஆற்றல் (tonicity). மூன்று விதத் தசைகளும் தூண்டப்பட்டுச் சுருங்கிய பிறகு அந் நிலையிலேயே சற்று நேரம் இருக்கக்கூடிய ஆற்றல் பெற்றிருக்கின்றன. இவ்வாற்றல் இயக்கு தசையில் மிகுதியாக உள்ளது. இவ்வாற்றல் தசையுடன் நரம்பு அமைப்பைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. இயக்குதசையில் வெளிச்செலுத்து நரம்பு (efferent nerve or motor nerve) துண்டிக்கப்பட்டால் இவ்வாற்றல் மறைகிறது. எனவே, இது ஓர் அனிச்சைச் செயலாகவும் (reflex process) அதனுடைய மையம் தண்டுவடத்திலிருப்பதாகவும் கருதப்படுகிறது.

நீள்தன்மை (elasticity). மூன்று தசைகளும் நீளக் கூடிய ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு அவை நீள்கின்றன. பிறகு மீண்டும் அவை தங்களுடைய இயல்பான அளவினை அடைகின்றன.

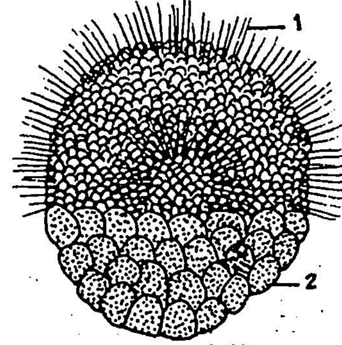
விலக்கக் காலம் (refractory period). ஒரு தசையானது, தூண்டப்பட்டுச் செயல்பட்ட பின்னர் மீண்டும் மற்றொரு தூண்டுதலால் ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் வரை அதன் தூண்டப்படு தன்மையை இழக்கிறது. இக்காலத்தினைச் செயல் விலக்கக் காலம் என்பர். இயக்கு தசையில் இது குறைவாகவும், இயங்கு தசையில் குறிப்பாக, இதயத் தசையில் இது மிகுதியாகவும் காணப்படுகின்றது.

அனைத்தும் அல்லது ஏதுமிலாநிலை (all or none law). இதயத்தசைகள் தனித்துக் காணப்படாமல் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து ஓர் இணையமாக (syncytium) அமைந்திருப்பதால், ஒரு குறிப்பிட்ட திறனுடைய தூண்டுதல் கிடைக்கும்வரை அது இயங்குவதில்லை. இதிலிருந்து, இதயத் தசை தூண்டப்படும் போது தூண்டுதலின் திறன் குறைவாக இருப்பின், இதயத் தசை முழுமையாக இயங்காது என்பதும் புலனாகின்றது. இந்தப் பண்பு மற்ற தசைகளுக்கு இல்லை. ஆனால் மற்ற தசைகளின் செல்கள் இந்த நியதிக்கு உட்பட்டு இயங்குகின்றன.

பல்வேறு விலங்குகளின் இடப்பெயர்ச்சியும் இயக்க உறுப்புகளும்

முன்னுயிரிகள் (protozoa). அமீபாவில் போலிக் கால்கள் மூலம் அமீப இயக்கமும், பரமேசியத்தில் குற்றிழைகள் மூலம் குற்றிழை இயக்கமும், யூக்ளினா (euglena) போன்றவற்றில் நீளிழை இயக்கமும் நடைபெறுவது பற்றிக் கண்டோம்.

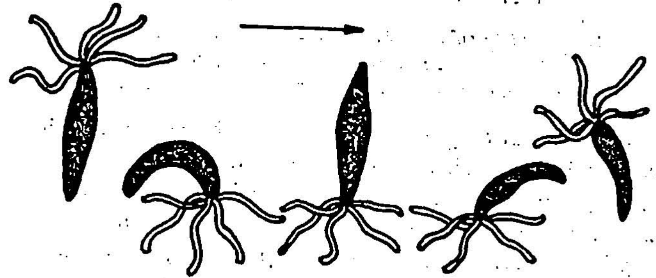
புரையுடலிகள் (porifera). புரையுடலிகளிலுள்ள பலவிதச் செல்களில் குவளைச் செல்கள் (choanocytes) என்பன ஒரு வகையாகும். இச்செல்களில் நீளிழைகள் உள்ளன. இவ்விழைகள் அசைவதால் புரையுடலிகளின் கால்வாய்களில் (canals) நீரோட்டம் ஏற்படுகின்றது. இவ்வியக்கம் உணவூட்டத்திற்கும் சுவாசத்திற்கும் பயன்படுகிறது. இவை பெரும்பாலும் கடல் நீரில் பாறைகளில் ஒட்டிக்கொண்டு (sessile) இடப்பெயர்ச்சி செய்யாமல் வாழும் விலங்குகளாகும். ஆயினும் புரையுடலிகளின் கருவளர்ச்சியின் (development) போது காணப்படும் ஆம்ஃபிபிளாஸ்டுலா இளவுயிரி (amphiblastula larva) நீளிழைகளின் உதவியால் நீந்திச் செல்கிறது.



படம் 7. ஆம்ஃபிபிளாஸ்டுலா லார்வா

1. குவளைச் செல் 2. புறப்படை

குழியுடலிகள் (coelenterata). ஹைடிரா (hydra) போன்ற குழியுடலிகளில் இயக்கம் அதன் உடலை வளைப்பதாலும், உணர்நீட்சிகளை (tentacles) அசைப்பதாலும் ஏற்படுகிறது. உடலிலும், உணர்நீட்சிகளிலும் புறப்படை (ectoderm), அகப்படை (endoderm) என இரு அடுக்குச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. இத் திசுக்களில் ஏற்படும் சுருக்கமே உடல் வளைவிற்குக் காரணமாகின்றது. சில சமயங்களில் ஹைட்ராவின் அடிப்பகுதி தரையினின்று விடுபட்டு, அடிவட்டத்துடன் இணைந்துள்ள காற்றுக் குமிழ் மூலம் தண்ணீரில் மிதந்து செல்வதும் உண்டு.

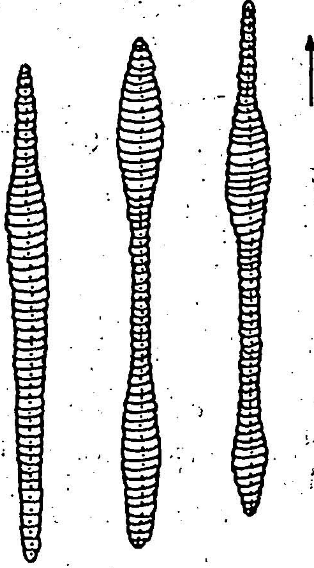


படம் 8. ஹைடிரா உடலை வளைத்தும் நீட்சிகளைப் பயன்படுத்தியும் இடப்பெயர்ச்சி செய்தல்.

தட்டைப்புழுக்கள் (platyhelminthes). பிளனேரியா (planaria) போன்றவற்றில் உடலில் புறத்தோல் அடுக்கும் (epidermis), வளைத்தசைகளும் (circular muscles), சாய்தசைகளும் oblique muscles);

நீள் தசைகளும் (longitudinal muscles) பாரன் கைமா செல்களும் (parenchymal cells) காணப் படுகின்றன. இவற்றின் உடலில் முன் பகுதியில் தசை அலைகள் தோன்றிப் பின் பகுதிவரை செல்கின்றன. அதன் மூலம் இடப் பெயர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இதற்குத் தசைச் சுருக்கமே காரண மாகிறது.

வளையுடலிகள் (annelida). மண்புழு போன்ற வளையுடலிகளில் இடப்பெயர்ச்சி வளை தசை யின் சுருக்கத்தாலேயே நடைபெறுகிறது. முதலில், முன்பகுதியிலுள்ள 9 கண்டங்களின் வளைத் தசை கள் சுருங்கி, மெலிந்து உடலை முன்னோக்கி தள்ளு கின்றன. இச்சுருக்கம் ஒரு வினாடிக்கு 2-3 செ.மீ. வரை நிகழ்கின்றது. முன்பகுதி நீண்டவுடன், சீட் டாக்களின் (setae) உதவியால் தரையைப் பற்றிக் கொள்கிறது. வளைதசை இப்போது விரிவடைந்து, நீள் தசைகள் சுருங்கத் தொடங்குகின்றன. இவ்வாறு வளைதசைகளும், நீள்தசைகளும் மாறி மாறிச்சுருங் குவதால் இடப்பெயர்ச்சி நிகழ்கின்றது. மண்புழு ஒரு நிமிடத்திற்கு 25 செ.மீ. வரை நகர்கின்றது.



படம் 9. மண்புழு வளைதசைகளையும் நீள்தசைகளை யும் பயன்படுத்தி அசைவதன் மூன்று நிலைகள். அம்புக்குறி நகரும் திசையைக் குறிக்கிறது.

கணுக்காலிகள். (arthropoda). இறால்கள், பூச்சி கள், தேள் போன்ற கணுக்காலிகளில் இணையுறுப் புகள் (appendages) இருக்கின்றன. இவற்றில் தசை கள் உள்ளன. (எ. கா.) இறாவில் 19 சோடி இணை யுறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. தலைப்பகுதியில் 5 இணைகளும், மார்புப் பகுதியில் 8 இணைகளும், வயிற்றுப் பகுதியில் 6 இணைகளும் காணப்படு கின்றன. கணுக்காலிகளின் தசைகள் புறச்சட்டகத் தின் (exoskeletion) உட்பரப்புடன் இணைக்கப்பட் டுள்ளன. இத்தசைகளின் இயக்கத்தால் இணை யுறுப்புகள் அசைக்கப்பட்டு இடப்பெயர்ச்சி நடை பெறுகிறது.

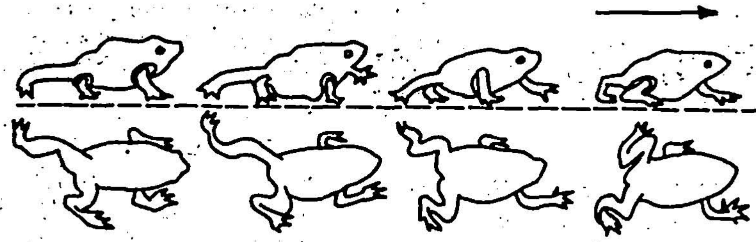
மெல்லுடலிகள் (mollusca). நத்தை போன்ற மெல் லுடலிகள், தலைப்பகுதிக்குக் கீழே தட்டையான கால் பகுதியைப் (food) பெற்றிருக்கின்றன. இதி லுள்ள தசைகளின் சுருக்கத்தால் இவ்விலங்குகள் தரையில் மெதுவாக ஊர்ந்து செல்கின்றன.

முள்தோலிகள் (echinodermata). நட்சத்திர மீன் கள் (star fish) போன்ற முள்தோலிகளின் வாய்ப் பக்கத்தில் (oral surface) வரிப்பள்ளத்திற்கு (ambul-acral groove) இரு மருங்குகளிலும் குழற்கால்கள் (tube feet) வரிசையாக அமைந்துள்ளன இக்குழற் கால்களின் நுனியில் உறிஞ்சிகள் (suckers) போன்ற அமைப்புள்ளது. இக்கால்கள் தசைகளின் சுருக்கத தாலும், நீரோட்ட மண்டலத்தின் (water vascular system) செயற்பாட்டாலும் இயக்கப்படுகின்றன. இக்குழற்கால்களைப் பயன்படுத்தி இவ்விலங்குகள் இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன.

முதுகெலும்பிகள் (vertebrates). மீன்கள் நீரில் வாழ்வதால் அவை நீந்துவதற்கேற்ற உடலமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. தசைகளின் உதவியால் உடலையும், துடுப்புகளையும் அசைத்து மீன்கள் இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன. நீர்வாழ் பாலூட்டிகளான திமிங்கி லம் (whale), டால்ஃபின் (dolphin) போன்ற விலங்கு களும் மீன்களைப் போலவே இடப்பெயர்ச்சி செய் கின்றன. மீன்களின் குறுகிய முனைகளையுடைய, படகு போன்ற உடலமைப்பு (streamlined shape), நீரில் ஏற்படும் உராய்வினைப் (friction) பெருமள வுக்குக் குறைத்து, நீந்தும் வேகத்தைக் கூடுதலாக்கு கிறது. வால் துடுப்புகள், (tail fine) தொடர் அலை இயக்கத்தின் மூலம் (undulatory movements) இடப் பெயர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன. மீன்களில் வால்துடுப்பு கள் பக்கவாட்டில் (lateral direction) திரும்புவதற்கு உதவுகின்றன. திமிங்கிலத்தில் வால்துடுப்பு மேல் கீழாக (dorsoventral) அசைகிறது.

நீரில் வாழக்கூடிய தவளைகள், ஊர்வன, பறவைகள் (வாத்து முதலியன) துடுப்புப் போன்று பயன்படும் கால்களை அசைத்து நீரில் நீந்துகின்றன. சில மீன்களின் நீச்சல் பைகள் (swim bladders) அவற் றின் உடலைச் சமச்சீர் நிலையில் வைத்துக் கொள் ளப் பயன்படுகின்றன.

நிலவாழ் விலங்குகளின் (terrestrial animals) கால்கள் உடல்பளுவைத் தாங்குவதற்கும், நடப்ப தற்கும், ஓடுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் கால் எலும்புகளும், தோள்பட்டை எலும்புகளும் இடுப்பெலும்புகளும், முதுகெலும்பும் இச்செயல்



படம் 10. தவளையின் இடப்பெயர்ச்சியின் போது முன்கால், பின்கால் அசைவுகள். அம்புக்குறி இடப்பெயர்ச்சித் திசையைக் குறிக்கும்

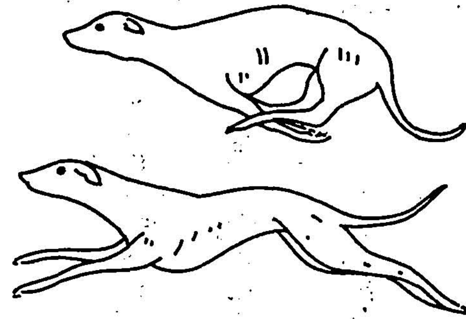
களுக்கு ஏற்ற தகவமைப்புகள் பெற்று நன்றாகச் சிறப்படைந்துள்ளன. இந்த எலும்புகளுடன் இணைந்துள்ள எதிர் புவி ஈர்ப்புத் தசைகளின் (antigravity muscles) இயக்கத்தால் தரைவாழ்விலங்குகள் புவி ஈர்ப்பு விசைக்கு ஆளாகாமல் நின்றும், இருந்தும், இடப்பெயர்ச்சி செய்தும் வாழ்கின்றன.

தேரை போன்ற இருவாழ்வி விலங்குகளின் கால்கள் கீழ்க்காணும் வரிசையில் உயர்த்தப்படுகின்றன. வல முன்கால், இடப் பின்கால், இட முன்கால், வலப் பின்கால் இத்தகைய கால்களின் அசைவு, பெரும்பாலும் அனைத்து நான்கு கால் விலங்குகளிலும் காணப்படுகின்றது.

பூனை, நாய், குதிரை, ஆடு, யானை முதலியன நடக்கும்போது, ஒருகால் மட்டும் தூக்கப்பட்டு ஏனைய மூன்று கால்களும் உடல் பளுவைத் தாங்குவதற்காகத் தரையில் ஊன்றப்படுகின்றன. ஆனால் இவ் விலங்குகள் வேகமாக ஓடும்போது, குறிப்பாக நாய், குதிரை போன்றவை, மேற்கண்ட முறையில் கால்களை எடுத்து வைப்பதில்லை. மாறாக, முன்கால்களும், பின்கால்களும் மாறிமாறித் தரையில் இணையாக (pair) ஊன்றப்படுகின்றன. முதுகெலும்பின் மேல்-கீழ் இயக்கங்களால் விலங்குகள் இவ்வாறு ஓட முடிகிறது. சிங்கம், புலி, மான் முதலியன இவ்வாறு ஓடுகின்றன. இவை ஓடும்போது ஒரு வினாடிக்கும் குறைவான நேரமே இவ் விலங்குகளின் கால்கள் தரையில் பதிகின்றன.

குதித்தல் (jumping), விலங்குகளில் காணப்படும் மற்றொரு வகை இயக்கம். எடுத்துக்காட்டாக, தவளை, நாய், பூனை, குரங்கு போன்ற விலங்குகள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குக் குதித்துத் தாண்டிச் செல்லக்கூடியன. இத்தகைய இயக்கத்தில் பின்கால்களின் உதைப்பு விசையினால் விலங்கின் முழு உடலும் காற்றில் தாக்கப்படுகிறது; விலங்கு திரும்பத் தரையைத் தொடும்போது பின்னங்கால்களே உடலைத் தாங்கி நிலைப்படுத்துகின்றன.

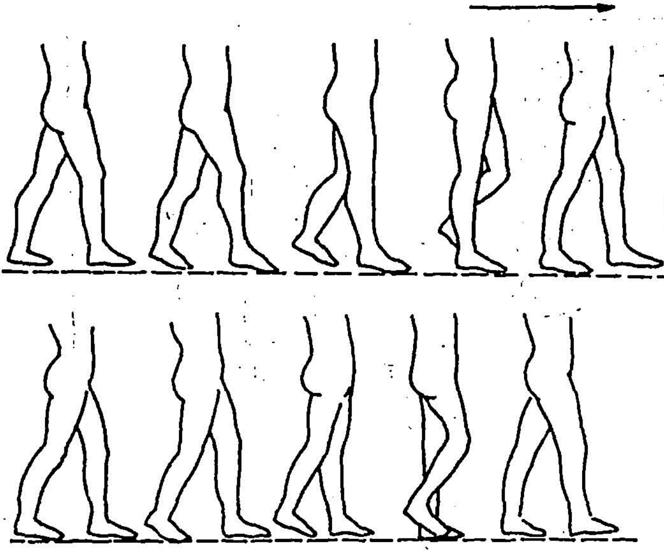
மனிதனின் நடை, எலும்புத் தசைகளின் ஒருங்கிணைந்த இயக்கத்தால் ஏற்படுகிறது. தசைகளின்



படம் 11 நாயின் ஓட்டத்தில் கால்களின் நிலைகள்

இந்த ஒருங்கிணைந்த (co-ordination) செயல் சிறிது சிறிதாகக் குழந்தைப் பருவத்திலிருந்து வளர்ச்சியடைந்து, பிறகு தானாக இயங்கக்கூடிய ஆற்றலைப் பெறுகிறது.

பறவைகள் வானில் பறந்து சென்று இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன. பாலூட்டியான வௌவாலும் பறப்பதற்கேற்ற தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. உடலுக்கும், முன்கால்களுக்கும் இடையிலுள்ள பெட்டாஜியம் (petagium) என்ற இறக்கை போன்ற தோல்படலம் வானில் பறந்து செல்வதற்கு உதவுகிறது. பறவைகள் இருவகையாகப் பறக்கின்றன. சரிந்து பறத்தல் (passive or gliding flight) என்பது சிறகுகளை அசைக்காமல் காற்றோட்டத்தில் மிதந்து பறப்பதாகும். சிறகடித்துப் பறத்தல் (flapping flight) என்பது சிறகுகளை மேலும் கீழும்



படம். 12. மனிதனின் இடப்பெயர்ச்சியில் கால்களின் அசைவுகள். அம்புக்குறி இடப்பெயர்ச்சித் திசையைக் குறிக்கிறது.

அசைத்துக் காற்றில் பறப்பதாகும். பின்னதில் ஆற்றல் செலவிடப்படுகிறது. பறவைகளின் உடலமைப்பு, சிறகுகளின் அமைப்பு, எலும்புகளின் அமைப்பு ஆகியவை பறத்தலில் முக்கிய பங்கு கொள்கின்றன.

ந. இராமலிங்கம்

நூலோதி

1. Bourne, G. H., The Structure & Functions of Muscles, Vol. 1-6, Academic press, New York, 1960.
2. Bykov, K.M., Text book of physiology, Mir Publishers. Moscow, 1970.
3. Gordon, M.S., Animal Function: principles & adaptations, Macmillan, New York, 1968.
4. Gray, J., Animal Locomotion, Weidenfeld & Nicolson, London, 1968.
5. Hugh Devson., Text book of Generapl hysiology, 4th edition, J.&A. Churchill, London, 1970.
6. Hurkeat, P.C., Mathur. P.N., A Text book of Animal physiology, S.Chand &Co., New Delhi, 1976.
7. Siegh, M. A., The Biology of Cilia & Flagella, pargamon, Oxford, London, 1962.

இடம் பெயர்ந்த எலும்புப் புற்று

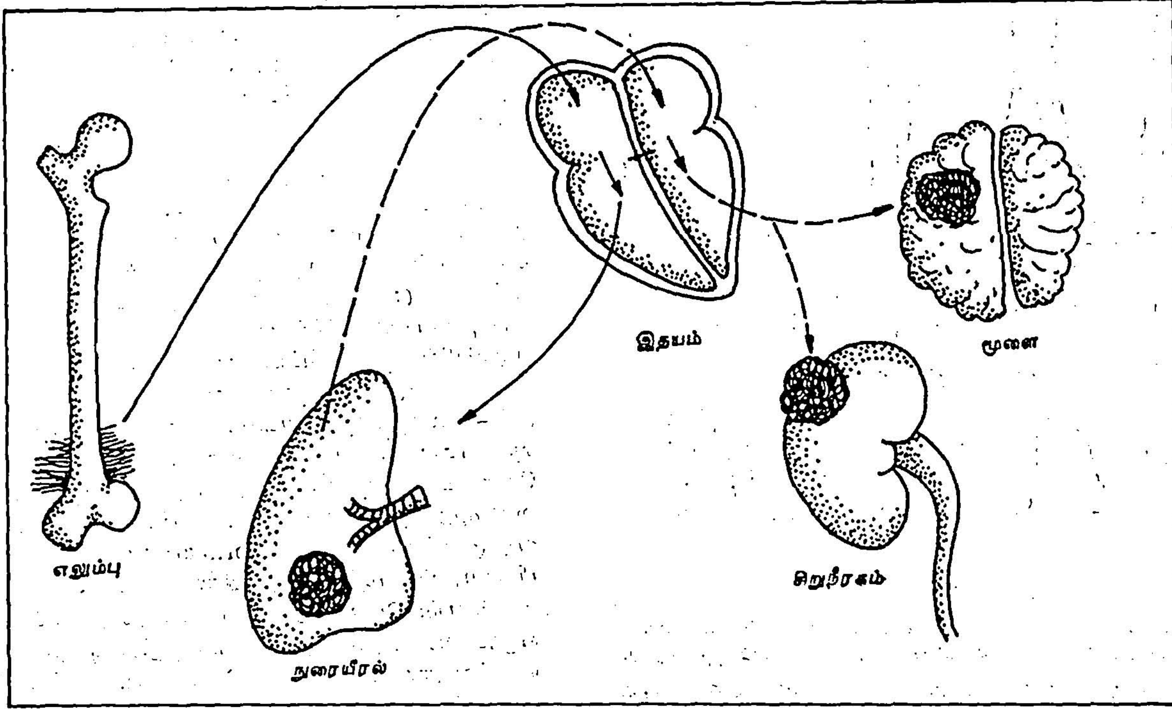
உடலுக்கு உருவத்தையும் உறுதியையும் கொடுக்கின்ற எலும்பு, இரும்புக் குழாய் அல்லது தகடு போன்ற உயிரற்ற பருப்பொருள் போலத் தோன்றினாலும் உயிருள்ள உறுதியான திசுவாகும். எலும்பு உயிரணுக்களாலும் (bone cells) இணைப்புத் திசுக்களாலும் (connective tissues)ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்ற திசுக்களைப் போல் இதில் இரத்த ஓட்டமும் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது.

உடலில் மற்ற திசுக்களில் ஏற்படுவது போல்; எலும்பிலும் கட்டிகள் ஏற்படலாம். இவை உயிருக்குக் கேடு விளைவிக்காத கட்டிகள் (benign tumours) என்றும் உயிருக்குக் கேடு விளைவிக்கும் கடும் கட்டிகள் (malignant tumours) என்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. முதல் வகையில், எலும்பில் குறிப்பிட்ட பகுதியில் கட்டி ஏற்பட்டு, அரிப்பை உண்டாக்கும். ஆனால் மற்ற இடங்களுக்குப் பரவாது. இரண்டாம் வகை மீண்டும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. எலும்பிலுள்ள பல்வேறு உயிரணுக்களில் தோன்றுகின்ற முதன்மை அல்லது முதல் நிலைக் கட்டிகள் (primary tumours) அல்லது முதல் நிலைப் புற்று (primary cancer) என்பது ஒரு பிரிவாகும். மற்றொரு பிரிவு, உடலின் மற்றபாகங்களில் ஏற்படும் புற்றுநோய் இரத்தக் குழாய் வழியாக எலும்பை அடைந்து அவ்விடத்தில் புற்று நோயாக வளர்வதாகும். இது இரண்டாம் நிலைப்புற்று (secondary deposit) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

முதல்நிலைப் புற்று. இவை எலும்பில் வளர்ந்து இரத்தக் குழாய் மூலமாக உடலின் மற்ற உறுப்புகளுக்குச் சென்று அங்கே வளர்ச்சியடைந்து, அவ்வுறுப்புகளின் பாகங்களை அழித்து உயிருக்குக் கேடு விளைவிக்கும். இவ்வாறு எலும்புத் திசுக்களில் தோன்றி வளர்ந்து, இடம் மாறி மற்ற உறுப்புகளுக்குச் சென்று அங்கு வளர்ச்சியடைவது இடம் பெயர்ந்த எலும்புப் புற்று (metastatic tumours of the bone) அல்லது மாற்றிட எலும்புப்புற்று என்று குறிக்கப்படுகிறது.

முதன்மைப் புற்று குழந்தைகளுக்கும் இளம் வயதினர்களுக்கும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. எலும்பு அணுக்கள், குருத்தெலும்பு அணுக்கள், எலும்பு மஜ்ஜை அணுக்கள் (bone marrow cells), இரத்தக் குழாய் அணுக்கள், இணைப்புத் திசு அணுக்கள் (நார்த்திசு, கொழுப்பு அணுக்கள்) போன்ற பல திசுக்கள் எலும்பில் உள்ளன.

இவற்றில் ஏற்படும் புற்றுநோய் அணுக்கள் (cancer cells), இரத்தக் குழாய் வழியாக இதயத்தை அடைகின்றன. அங்கிருந்து முதலில் நுரையீரலுக்கு இரத்தம் செல்கிறது. நுரையீரல் தமனி (pulmonary artery) பல பிரிவுகளாகப் பிரிந்து, தந்துகிகளாகப் பிரிந்து நுரையீரலில் இரத்தத்திலுள்ள அசுத்தம் நீக்கப்பட்டுச் சுத்தமடைந்த பின்னர் நுரையீரல் சிரை (pulmonary vein) வழியாக மீண்டும் இதயத்தை அடைகிறது. அங்கிருந்து மகாதமனி (aorta) மூலமாக உடலின் மற்ற எல்லா உறுப்புகளுக்கும் செல்கின்றது.

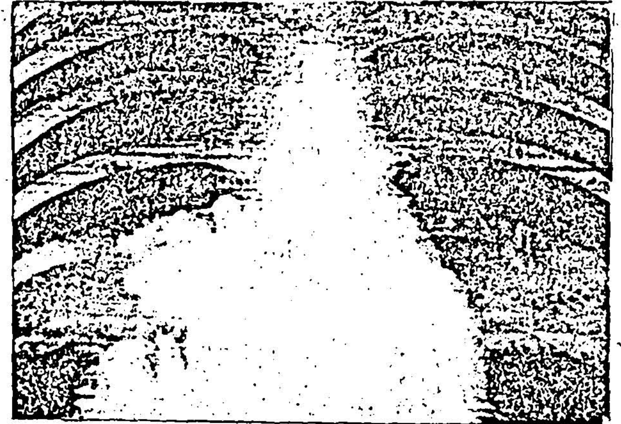


படம் 1. இடம் பெயர்ந்த எலும்புப் புற்று

எலும்பிலிருந்து சென்ற இரத்தம் இதயத்திலிருந்து முதலில் நுரையீரலுக்குச் செல்வதால் அங்கு புற்று நோய் அணுக்கள் தந்துகிகளுக்குள் மெதுவாகச் செல் லும்போது வடிகட்டப்பட்டு (first filter) அங்கேயே வளரத் தொடங்குகின்றன. குறிப்பிட்ட பருமனை அடைந்ததும் நோய்க்குறிகளை வெளிக்காட்டுகின் றன. நுரையீரல் தந்துகிகளைக் கடந்து புற்றுநோய் அணுக்கள் நுரையீரல் சிரை வழியாக இதயத்தை அடைந்துவிட்டால் மகாதமனி வழியாக உடலின் எந்த உறுப்புக்கும் செல்லலாம். அந்தந்த உறுப்பு களில் வளர்ந்து கட்டிகளாகி நோய்க்குறிகளை வெளிப்படுத்தும்.

எலும்பின் முதல்நிலைக் கடும்புற்றுகள் (Primary maligant tumours bone). இவை அ) எலும்பு உண் டாக்கும் புற்றுகள், ஆ) குருத்தெலும்பு உண்டாக கும் புற்றுகள் என இருவகைப்படும். முன்னதற்கு எடுத்துக் காட்டுகள் எலிங்குச் சதைப்புற்று, தசைப் புற்று, கடும் வடிநீரகப்புற்று, வடிநீரகச் சதைப்புற்று, நுன்வலைச் சதைப்புற்று என்பனவாகும். பின்ன தற்கு எடுத்துக் காட்டுகள் இரத்தக் குழல் சதைப் புற்று, நார்ச்சதைப்புற்று, கொழுப்புச் சதைப் புற்று, கடும் உட்குருத்துப் புற்று, வேறுபடுத்த இயலாத பிறபுற்றுகள், மூட்டுப்பைப் புற்று என்பனவாகும்.

நோய் அறிகுறிகள். மேற்குறித்த எலும்புப் புற்று நோய்க்கட்டிகள் தோன்றிய இடங்களில், வலி,வீக்கம், மூட்டுஅசைவின்மை, உடல் மெலிவு, சோர்வு, இரத்தச் சோகை போன்றவை ஏற்படும். நுரையீரலில் பரவி னால் மூச்சுத்திணறல், மார்பு வலி, காய்ச்சல், இருமல், சளியில் இரத்தம் கலந்திருத்தல் போன் றவை ஏற்படும். சிறுநீரகத்திற்குப் பரவினால் வயிற்றுவலி, வீக்கம், சிறுநீரில் இரத்தம் (haematuria) போன்றவை ஏற்படும். மூளைக்குப் பரவினால் தலை வலி, வாந்தி, மயக்கம் பார்வைக்குறைவு, கை கால் போன்ற உறுப்புகள் செயலிழத்தல் போன்றவை ஏற்படும். ஆகவே இடம்பெயர்ந்த எலும்புப் புற்று எந்த உறுப்புக்கு மாறி அதில் கட்டியாக வளர்ந்து இருக்கிறதோ அந்த உறுப்பிற்கான நோய்க்குறிகளை ஏற்படுத்தும்.



படம் 2 இடம் பெயர்ந்த எலும்புப் புற்று
எலும்பில் தோன்றி வளர்ந்த osteosercoma என்ற புற்று, நுரையீரலுக்குப் பரவியுள்ளது.

நோய் நாடல் (diagnosis). எலும்பில் புற்று நோய்க் கட்டி ஏற்பட்டிருப்பதாக அறிந்தவுடன் முதலில் அது உடலின் மற்ற உறுப்புகளுக்குப் பரவி யிருக்கிறதா என்பதை அறிய வேண்டும். ஆகவே ஊடுகதிர்ப்(x ray) படம் மார்புக்கு அவசியம் எடுக் கப்பட வேண்டும். சில வேளைகளில் நுரையீரல்களில் பரவியிருந்தாலும் தொடக்கக் காலத்தில் நோய்க் குறிகள் தோன்றா.ஆனால் ஊடுகதிர் மூலம் கண்டறி யலாம். வேறு உறுப்புகளுக்குப் பரவியிருப்பதாக ஊகித்தால் அவற்றிற்கான ஆய்வுகளைச் செய்து கண்டறிய வேண்டும். திசு ஆய்வு மூலம் (biopsy) எலும்பில் ஏற்பட்ட புற்றுநோய்க் கட்டியின்வகை, தன்மை ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்ளலாம். பாதிக் கப்பட்ட உள்ளுறுப்புகளாகிய நுரையீரல், மூளை, சிறுநீரகம் ஆகியவற்றிற்குத் திசுஆய்வுதேவையில்லை.

சிகிச்சை. எலும்பில் புற்றுநோய்க் கட்டி ஏற்பட்டு விட்டாலே அது உயிருக்கு ஆபத்தை விளைவிக்கக் கூடியது. கை கால் எலும்புகளாக இருந்தால் மற்ற இடத்திற்குப் பரவாமல் இருந்தால் பாதிக்கப்பட்ட உறுப்பைத் துண்டித்து எடுத்துவிடுவது (amputation) நல்லது. மற்ற உறுப்புகளுக்குப் பரவியிருக்கிறதா என்று அவ்வப்போது ஊடுகதிர், இரத்தம் போன்ற ஆய்வுகள் செய்வது அவசியம். நோய் பரவும் அறி குறிகள் தென்பட்டால்நோய் முற்றியதாகப்பொருள். ஆகவே நோயாளியின் ஆயுள் மிகக் குறைந்து விடும். புற்றணுக்களைஅழிக்கும் மருந்துகள் (cytotoxicdrugs) வலியைக் குறைக்கும் மருந்துகள், தூக்கமருந்துகள் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கலாம். புற்றுநோயை நிரந் தரமாகக் குணமடையச் செய்யும் மருந்துகள் கண்டு பிடிக்கும் வரை, இன்றைய நிலையில் நோயாளிக்குச் சில மாதங்களில் இறுதி நேர்வது உறுதி.

இரண்டாம் நிலைப்புற்று. இதனை எலும்பணுகும் புற்று எனவும் கூறலாம். பொதுவாக எலும்பில் ஏற்படுகின்ற புற்று நோயின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டால் முதன்மைப் புற்றைவிட, இரண்டாம் நிலைப் புற்றுகளின் எண்ணிக்கை மிக அதிகம்.

இரண்டாம் நிலைப்புற்று வயதானவர்களுக்கு அதிகமாகத் தென்படுகின்றது. 50 வயதுக்கு மேற் பட்டவர்களுக்கு நோயுற்ற எலும்பு முறிவு (pathological fracture) ஏற்படுமானால் அது பெரும் பான்மையும் எலும்பணுகும் புற்றினால் தான் இருக் கும். மற்ற திசுக்களிலிருந்துஇரத்தக் குழாய் மூலமாக எலும்புக்குப் பரவி அதில் புற்றுநோய் அணுக்கள் வளரலாம் அல்லது எலும்புக்கு அருகிலுள்ள திசுக்களி லிருந்து நேரடியாகப் புற்றுநோய் அணுக்கள் எலும் பைத் தாக்கலாம். இறந்துபோன 1000 புற்று நோயா ளிகளின் பிரேதப் பரிசோதனையில் 270 பேருக்கு எலும்பில் புற்றுநோய் பரவியிருப்பது தெரியவந்தது.

நோயியல். இரண்டாம் நிலைப்புற்று இரத்தத்தின் மூலமாகப் பரவுவதால் உடலிலுள்ள எந்த ஒரு எலு பிலும் வளரலாம். எந்த எலும்புக்கும் அது வராமல் தடுக்கக் கூடிய எதிர்ப்புத் திறனும் இல்லை. இருந்த போதிலும், இடுப்பெலும்பு, தொடை எலும்பு, தலை எலும்புகள், விலா எலும்புகள் முதுகெலும்பு மேற்கை எலும்பின் மேல் நுனி ஆகிய பகுதிகளில் அதிகமாகத் தென்படுகிறது. ஏனெனில் இந்தப் பகுதி களில்தான் அதிகமாக இரத்த அணுக்கள் உற்பத்தி செய்து உடலிற்கு அளிக்கப்படுகின்றன. மேலும் எலும்பின் பரப்பளவு அதிகமாக உள்ள இடங்கள் மேற்கூறிய இடங்களாகும். உடலின் எந்தப் பகுதியில் புற்று வந்தாலும் அது எலும்புக்குப் பரவலாம். என்றாலும், மார்பு (breast), நுரையீரல், மூச்சுக்குழல் (bronchus) சிறுநீரகம், தைராய்டு, புராஸ்டேட் (prostate) போன்ற பகுதிகளிலிருந்து புற்றுநோய் எலும்புக்குப் பரவுவது மிக அதிகமாகும்.

இந்தப் புற்று அணுக்கள் வளர்ந்து எலும்பு அணுக்களை அரித்து, அழித்துக் கட்டியாகத் தாம் வளர ஆரம்பிக்கின்றன. எலும்பு அணுக்கள் அரிக் கப்படுவதால் எலும்பு வலுவிழக்கிறது; முறியவும் காரணமாகிறது.

நோயின் அறிகுறிகள். பாதிக்கப்பட்ட எலும்பு களில் முதன்முதலில் வலி வரும். சில சமயங்களில் வீக்கமோ அல்லது வேறு அறிகுறிகளோ தென்படு முன் நீண்ட நாட்களுக்கு அந்த எலும்பில் வலி இருக்கும். எலும்பில் வீக்கம், எலும்பு முறிவு (தாக் குதலில்லாமலேயே அல்லது மிகக் குறைந்த தாக்குத லினால் ஏற்படும் எலும்பு முறிவு) ஆகியவைகளும் ஏற்படும். முதுகெலும்பில் புற்று வளரும்போது தண்டுவட நரம்பைத் தாக்கிக் கால்களைச் செயலி ழக்கச் செய்யும் (paraplegia), மூட்டுப் பகுதிகளில் புற்று வளர்ந்தால் மூட்டின் இயக்கத்தைக் குறைக்கும்.

முதன்மைப் புற்று உடலின் எந்த உறுப்பில் ஏற் பட்டதோ அதற்கேற்ப நோய்க்குறிகள் இருக்கும். சில சமயங்களில் முதன்மைப்புற்று மிகச் சிறிய அளவில் இருந்து கொண்டு நோய்க்குறிகளை உண்டாக்காமல், மற்ற பகுதி எலுமபு போன்றவற்றிற்குப் பரவி அங்கு நோய்க்குறிகளை ஏற்படுத்தலாம். இதனை மறை முகமான முதன்மைப் புற்றும், வெளிப்படையான இரண்டாம் நிலைப்புற்றும் (occult primary, obvious secondary tumours) என்றும் கூறுவர்.

ஊடுகதிர் ஆய்வு (radiographic examination). பாதிக்கப்பட்ட எலும்பை ஊடுகதிர்ப் படம் எடுத் தால் அந்த இடத்தில் எலும்பு அரிக்கப்பட்டு, சுற்றி லுமுள்ள எலும்பில் எவ்வித மாற்றமுமில்லாமல் இருக்கும். இவை பெரும்பாலும் தைராய்டு, சிறுநீர கம், மூச்சுக்குழல் புற்று நோய்களிலிருந்து வந்தவை இருக்கும். மார்பகப் புற்று நோயிலிருந்து வந்தவை பரவலாக எலும்பு அரிப்பையும் (diffuse osteolysis), முதுகெலும்பின் உடற்பகுதிச் சிதைவையும் (verte- bral body collapse) ஏற்படுத்துகின்றன. தனிப்பட்ட ஓர் இடத்தில் அதிகமான எலும்புச் சிதைவைச் சிறு நீரகப் புற்று ஏற்படுத்துகின்றது. புராஸ்டேட் சுரப்

பியிலிருந்து வரும் புற்று பெரும்பாலும் அடிமுது கெலும்புகளில் அதிகக் கெட்டித்தன்மை (sclerosis) யுடன் வளர்கின்றன. சிலவேளைகளில் முதல் நிலைப் புற்று எந்த உறுப்பிலிருந்து வந்தது என்பது தெரிய வொட்டாமல் இருப்பதுடன், எலும்பிலேயே தோன்றிய முதன்மைப்புற்றா அல்லது இடம் மாறி எலும்பில் வளரும்இரண்டாம் நிலைப்புற்றா என்று கண்டறிய முடியாமலும் இருக்கும்.

நோய் நாடல் (diagnosis). புற்றுநோய் அணுக்கள் எலும்பை அரித்துச் சில மாற்றங்களை எலும்பில் ஏற்படுத்திய பின்னரே ஊடுகதிரில் கண்டறியலாம். அதற்கு முன்னரே சுடர்வரைவியல் (scintigraphy) ஆய்வு மூலம் எலும்பில் பரவலாக எத்தனை இடங்களில் பரவியிருக்கிறது என்பதை விரைவில் கண்டறியலாம். இரத்தத்தில் சுண்ணாம்புச் சத்தின் (calcium) அளவு அதிகமாவதுடன், எரித்ரோசிட் படிவு விகிதமும் (erythrocyte sedimentation rate) அதிகரித்திருக்கும். நோய் முற்றும் தறுவாயில் இரத் தச்சோகை (anaemia) இருக்கும். இரத்தத்தில் அமில பாஸ்பேட்டேசின் அளவு புராஸ்டேட்டிலிருந்து எலும்பிற்கு மாறிய புற்றில் அதிகரித்திருக்கும். மார்புப் பகுதி ஊடுகதிர்ப் படம் அவசியம் தேவை. சிறுநீரகத்தில் இருந்து முதன்மைப் புற்று வந்திருக்கலாமென்று சந்தேகித்தால் (intravenous pyelogram) எடுத்துப் பார்க்கலாம். இறுதியாகத் திசு ஆய்வு (biopsy) செய்து பார்த்தால் அதிலிருந்து எலும்பில் தோன்றி உள்ளது முதல் நிலைப்புற்றா இரண்டாம் நிலைப்புற்றா என்பது தெரிவதோடு உடலின் எந்த உறுப்பலிருந்து இடம் மாறி எலும் பிற்குப் பரவியிருக்கிறது என்பதையும் அறியலாம்.

சிகிச்சை. நோய்க் கண்டுபிடிப்பும், நோயுற்ற எலும்பு முறிவுக்கும் சிகிச்சையளிப்பதுமே எலும்பு மருத்துவரின் முதன்மையான கடமையாகும். நிரந்தர மாக நோயைக் குணப்படுத்த முடியாது. எலும்பு முறிவுக்குச் சிம்புகள் வைத்துக் கட்டி வலியைக் குறைக்கலாம். அறுவை சிகிச்சை செய்யும் அளவுக்கு நோயாளி தகுதியுடையவராக இருந்தால், முறிந்த எலும்புப் பகுதிகளை உலோகத் தகடு, ஆணி போன் றவைகளால் பொருத்தலாம். தொடை எலும்பின் கழுத்துப் பகுதி முறிந்திருந்தால், கெட்டுப்போன எலும்புப் பகுதியை அப்புறப்படுத்திவிட்டு செயற்கை மூட்டினைப் பொருத்திவிடலாம். இவைகள் நோயா ளியை விரைவில் இயக்க வைத்து, நீண்ட காலம் எலும்பு முறிவால் படுக்கையில் கிடப்பதால் ஏற் படும் கோளாறுகளைத் தவிர்க்க உதவுகின்றன.

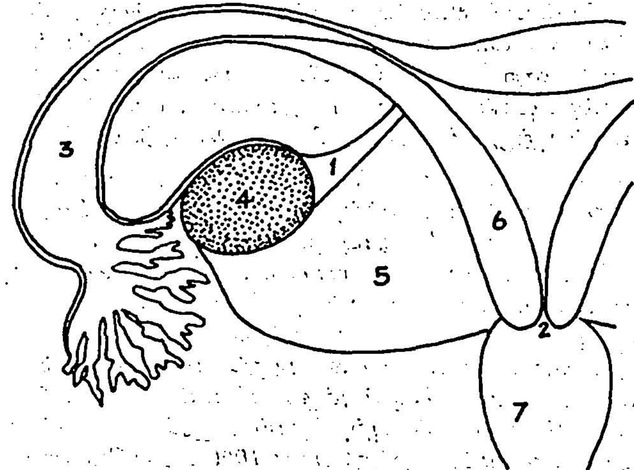
ஊடுகதிர்ச்சிகிச்சையும் (radiotherapy) தற்காலி கப் பலனளிக்கிறது. மார்பகப் புற்று, புரோஸ்டேட் புற்றுகளுக்குஹார்மோன்மருந்துகள் கொடுப்பதுடன் சில நோயாளிகளுக்கு அண்ணீரகச் சுரப்பிகளை நீக்குவதன் மூலம் நோயின் வேகத்தைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது. வலி மருந்துகளும், தூக்க மருந்துகளும் கொடுக்கலாம். அவற்றிற்கும் வலி குறையவில்லை என்றால் வலி நரம்புகளைத் துண்டிக்கும் அறுவை. சிகிச்சைகளைச் (multiple posterior rhizotomy, cordotomy, selective leucotomy) செய்யலாம்.

எம்.சி. இராசமாணிக்கம்

இடமகல் கருப்பையகப்படலம்

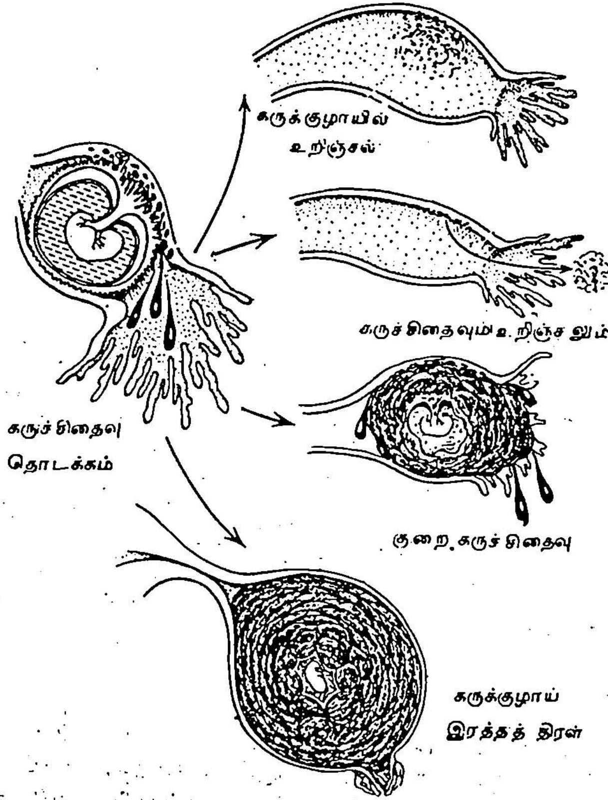
பருவம் அடைந்த காலம்தொட்டு மாதவிலக்கு நிற்கும் வரையில் சில நோய்கள் பெண்களுக்கு அதிகமாக ஏற்படுகின்றன. மாத விலக்குத் தொடர்பான கோளாறுகள், கருப்பைக் கட்டிகள், கருப்பைப் புற்று நோய்கள் போன்ற, பெண்களுக்கு வரும் நோய்களுடன் இடமகல் கருப்பையகப்படலம்(endometriosis) எனப்படும் நோயும் அதிக அளவில் காணமுடிகிறது. கருப்பையகப்படலம் (endometrium) எனும் திசு கருப்பையின் உட்புறத்தில் மட் டும் காணப்படும். அப்படி அல்லாமல் உடலில் வேறு பல உறுப்புகளிலும், பகுதிகளிலும் அப்படலம் காணப்படும்போது அத்தகைய இடம் பெயர்ந்த கருப்பையகப்படலம் இடமகல் கருப்பையகப் படலம் என்று கூறப்படுகிறது.

கருப்பையின் உடற்கூறு அமைப்பும் செயற்படும் தன் மையும். இடமகல் கருப்பையகப்படலத்தின் தன்மை களைப் புரிந்துகொள்வதற்கு, உடற் கூறு அமைப் பையும், செயல்படும் முறையையும் அறிந்து கொள் வது மிகவும் பயனளிக்கும்.



படம் 1. கருப்பை நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

1. அண்டகப் பந்தகம் 2. கருப்பை நுழைவாயில் 3. கருமுட்டைக்குழாய் 4. அண்டகம் 5. தட்டையான அகன்ற பந்தகம் 6. கருப்பையகப்படலம் 7. புணர்புழை.



படம் 2. கருச்சிதைவில் தொடர் நிகழ்வுகள்

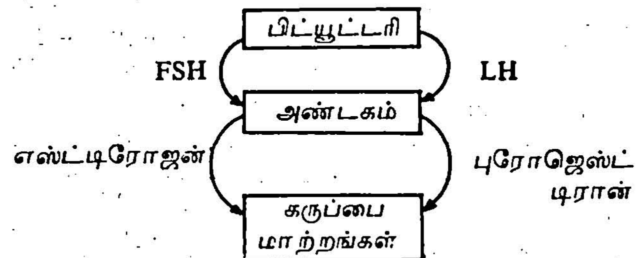
நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் தலைமைக் கட்டுப் பாட்டுச் சுரப்பியான பிட்யூட்டரி, கருமுட்டை வளர்ச்சியைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (follicular stimulating hormone i.e. FSH), கரு முட்டையை வெளிப்படுத்தி நிலைநிறுத்தும் ஹார்மோன் (leutinishing hormone i. e. LH) எனும் இரண்டு ஹார் மோன்களைச் சுரக்கின்றது. அவை அண்டகத்தின் மேல் (ovary) விளைவுகளை ஏற்படுத்தி, பெண்மைச் சிறப்பு ஹார்மோனைச் (estrogen) சுரக்கச் செய் கின்றன. பெண்மைச் சிறப்பு ஹார்மோன் கருப் பையகப் படலத்தைத் தூண்ட 1 முதல் 2 மி. மீ. வரை பெருக்கச் செய்கிறது. பின் மாதவிலக்கி லிருந்து 10 முதல் 12 நாள்களுக்குள் கருமுட்டை (ovum) வெளியானவுடன் அண்டகமானது புரோ ஜெஸ்ட்டிரான் (progesterone) என்ற ஹார்மோனை அதிக அளவில் சுரக்கச் செய்கிறது. அந்த ஹார்மோன் கருப்பையகப்படலத்தை மிகுதியாகப் பெருக்கச் செய்து (hyperplasia) கருமுட்டை தங்கிப் பதிந்து வளர்வதற்கு ஏற்றவகையில் உதவுகிறது, கருவுறாது போனால், மேற்கூறிய இரண்டு ஹார் மோன்களின் அளவும் குறைந்த கருப்பையகப் பட லம், ஆதார படலத்தைத் தவிர (basal cell layers) மற்ற அதிகம் பருத்த கருப்பையகப்படலச் சுரப் பிகள், செல்கள் (endometrials glands & cells) இவற்றுடன் இரத்தம், சீதம் (blood & mucus)



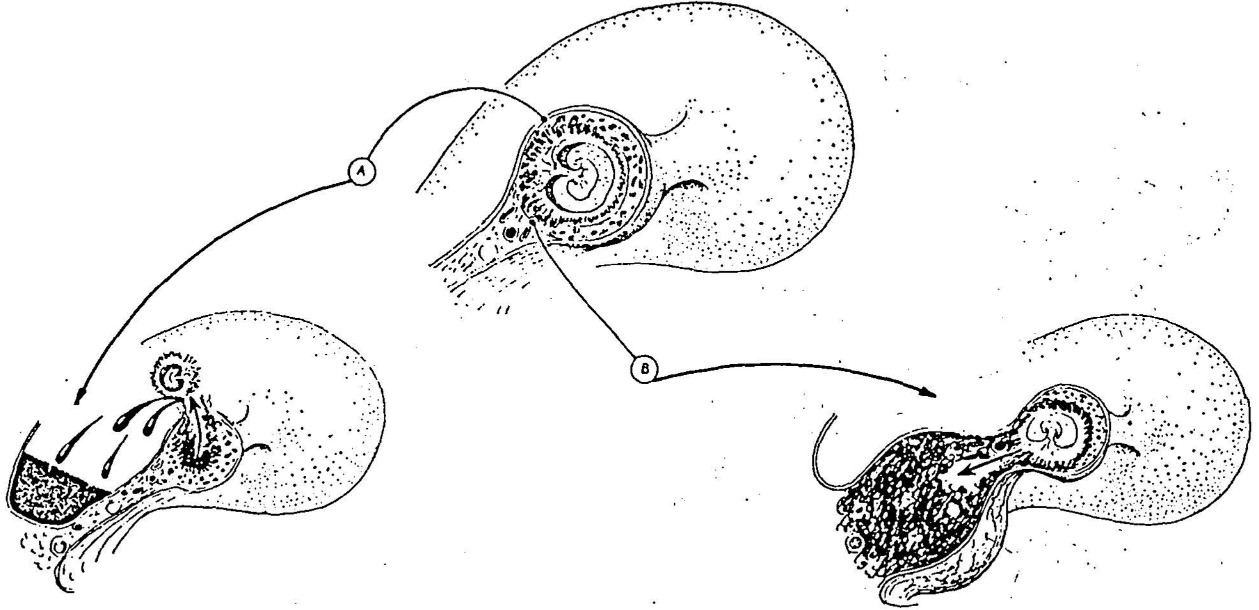
படம் 3 கருப்பை மற்ற உறுப்புகளுடன் இணைந்திருக் கும் பக்கவாட்டுத் தோற்றம்.

1. கருமுட்டைக் குழாய் 2. அண்டகம் 3. சிறுநீர்ப்புற வழி 4. இடுப்புப்பகுதி முதுகெலும்பு 5. கருப்பை 6. டக் ளஸ் பை 7. மலக்குடல் 8. மலக்குழாய் புணர்புழை தடுப்பு 9. கருப்பை நுழைவாயில் 10. புணர்புழை 11. கால் 12. சிறு நீர்ப்பை.

கலந்து வெளியாகிறது. இதனை மாதவிலக்கு என்கிறோம். கருப்பையின் தன்மையைக் கொண்ட இடமகல் கருப்பையகப் படலமானது பிற உறுப்பு களில் காணப்படினும், அவையும் மேற் கூறிய ஹார்மோன்களின் விளைவுகளை வெளிக்காட்டும்.



இடமகல் கருப்பையகப்படலத்தின் வகைகள். கருப்பையகப்படலம் காணப்படும் இடங்களைப் பொறுத்து இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாக வகைப் படுத்தலாம். அவை, உள் இடமகல் கருப்பையகப் படலம், (internal endometriosis) அதாவது கருப்பையகப்படலம், கருப்பையின் தசைநார்களுக்கு



படம் 4

இடையே காணப்படுதல், வெளி இடமகல் கருப்பையகப்படலம் அல்லது வெளிப்புறம் இடம் பெயர்ந்த கருப்பையகப்படலம் (eternal endometriosis) என்பனவாகும். கருப்பையகப் படலம், கருப்பையை விட்டு மிகுந்து காணப்படும் இடங்கள் அண்டகம், டக்ளஸ் பை (douglas pouch), கருப் பையின் வெளிப்பகுதியின் மேற்படலம் (serosal layer of uterus), தட்டையான அகன்ற பந்தகம் (broad ligament), கருப்பை இடுப்பெலும்பு இணைப் புப் பந்தகம் (uterosacral ligament), மலக்குழாய் - புணர்புழைத்தடுப்பு (recto vaginal septum), சிறு நீர்ப்பை (bladder), மலக்குடல் (rectum), புணர்புழை (vagina), இடுப்புப் பகுதி நிணநீர்க் கட்டிகள் (pelvic lymphonodes), வயிற்றுக்குழி (abdominal cavity), குடல்தால் (appendix), வயிற்றுப் பகுதி அறுவை சிகிச்சைத் தழும்புகள் (laprotomy scars). கொப்பூழ் (umblicus) ஆகியனவாகும்.

நோய்க்கான காரணங்கள். மாதவிலக்கு இரத்த மானது, கருமுட்டைக்குழாய் (falobiantube) வழியா கப் பின்னோக்கிச் சென்று அண்டகம், பெரிட்டோலி யம் முதலியவற்றின் மேல் படிவதால் கருப்பையகப் படலத்தின் சில எஞ்சிய செல்கள் புதிய இடங்களில் வளர்ச்சியடைதல், கருப்பையில் அறுவை சிகிச்சை மேற்கொள்ளும் சமயங்களில் கருப்பையகப்படல மானது அறுவை சிகிச்சைத் தழும்புகளில் படிந்து வளர்ச்சியடைதல், உடற்குழி எப்பித்திலியல் செல் கள் (coelomic epithelial cells) கருப்பையகப்படலச் செல்களாக மாற்றம் பெறுதல், நிணநீர் நாளங்க ளின் (lymphaties) வழியாகக் கருப்பையகப்படலச் செல்கள் பிற உறுப்புகளுக்குப் பரவுதல், கருப்பை யகப்படலச் செல்கள் இரத்த நாளங்களின் வழியாக, உடலின் பிற பகுதிகளுக்குச் சிதறிச் சென்று அங்கு வளர்தல் ஆகியன இந்நோய்க்கான காரணங்க ளாகும்.

நோய் அறிகுறிகள் (symptoms). மாதவிலக்குக் காலத்தில் அடிவயிற்றில் வலி ஏற்படுதல், மாத விலக்கின்போது இரத்தப்போக்கு அதிகமாகப் போதல் அல்லது மாதவிலக்கு குறிப்பிட்ட காலத் திற்கு முன்பே ஆரம்பமாதல், உடலுறவின்போது வலி உண்டாதல், வயிற்று வலி உண்டாதல், மாத விலக்குக் காலங்களில் காய்ச்சல் அடித்தல் ஆகியன இந்நோய்க்கான அறிகுறிகளாகும்.

மேற்கூறிய பொதுவான தன்மைகள் தவிர இடத்திற்கேற்றவாறு இடமகல் கருப்பையகப்படலம் மாறுபட்ட நோய்த் தன்மைகளைக் காட்டும். எடுத் துக்காட்டாக, அண்டகத்தில் காணப்படுமானால், சாக்லெட் நிறக் கட்டிகளாகப் பெரிதாகி வயிற்று வலி ஏற்படுகிறது. கருப்பை, தசை நார்களுக்கிடை யில் தோன்றுமானால் பெரிய சுரப்பிக் கட்டிகளாக (adenomyosis) வளர்ந்து இரத்தப் போக்கு அதிக மாகிறது.

நோய்க்குறிகள் (signs). 1. கருப்பை வழியாக அதிக அளவு இரத்தப்போக்கு, 2. வயிற்றுப் பகுதிக் கட்டிகள் (abdominal lumps), இரைப்பைக் கட்டிகள் முப்பது முதல் நாற்பது வயதுக்குட்பட்ட பெண்

களுக்கு அதிக அளவில் காணப்படும். 3. குழந்தை இல்லாதவர்களுக்கோ ஒன்றிரண்டு குழந்தைகளோடு நிறுத்திக் கொண்டவர்களுக்கோ இந்நோய் அதிகம் காணப்படும்.

சிகிச்சை முறைகள்.

கருத்தரித்த பின் பலருக்கு இந்நோய் தானாகவே குணமாகிவிடுகிறது.

அறுவை சிகிச்சை முறைகள். குழந்தைப் பேறற்ற இளவயதுப் பெண்களுக்கு, கருப்பைப் பாதுகாப்பு அவசியத் தேவையாகும். இடம் பெயர்ந்த கருப்பை யகப் படலத்தைச் சுட்டுவிடுதல் (cautery). பாதிக் கப்பட்ட அண்டகத்தை நீக்கிவிடுதல், கருப்பையை நேராக நிமிர்த்தி வைத்துக் கருப்பைக்குச் செல்லும் நரம்புகளைத் துண்டித்து விடுவதால், மாதவிலக்குக் காலங்களில் ஏற்படும் வலியைத் தவிர்த்து விடல், வயது முதிர்ந்த, மேற்கொண்டு குழந்தைப் பேறு தேவைப்படாத பெண்களுக்குக் கருப்பையையும், அண்டகத்தையும் எடுத்துவிடுதல் ஆகிய அறுவை சிகிச்சை முறைகள் நடைமுறையிலுள்ளன.

ஹார்மோன் சிகிச்சை, கர்ப்பத்தின்போது பெண்ணின் இரத்தத்தில் காணப்படும் ஹார்மோன் களைப் போன்ற அதே வகையான ஹார்மோன் இந்நோய்வாய்ப்பட்ட பெண்ணுக்குச் செலுத்துவ தன் மூலம் ஒரு பொய்க் கருவுறல் (pseudopregnancy) ஏற்படுத்தலாம். இந்நிலையில் இடம்பெயர்ந்த கருப் பையகப்படலம் தானாகவே கரைந்து விடுகிறது.

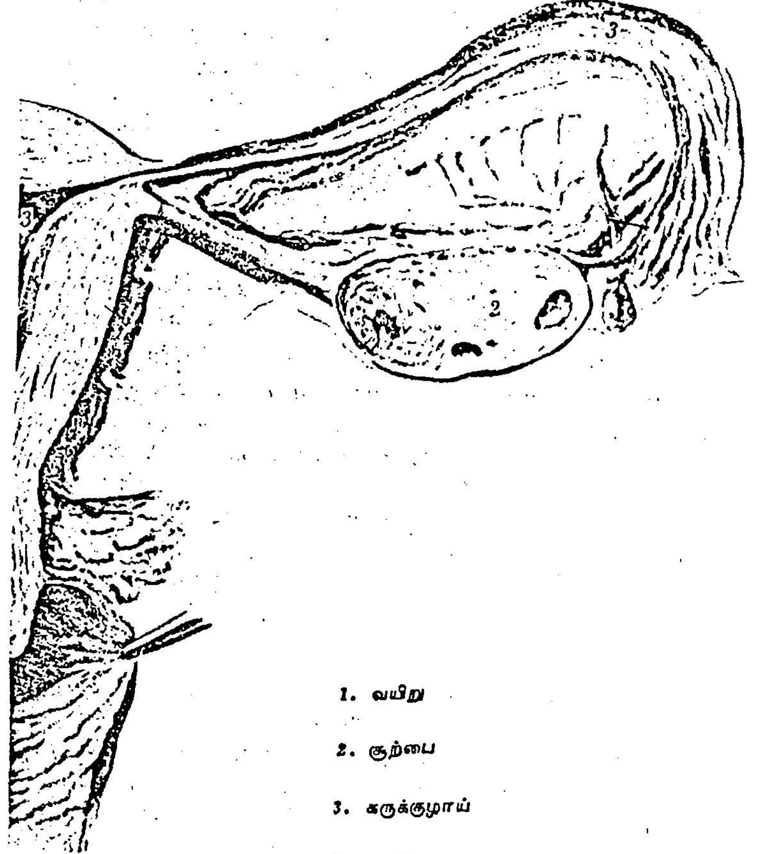
இந்திரா சௌடப்பா

நூலோதி

1. Mudaliar, A.L., Krishna Menon, M.K., Clinical Bostetrics, 7th Edition, Oriental Longman, London, 1975.
2. Jack A. Pritchard Paul, C., Macdonold Williams, Obstetrics, 16th Edition, Appleton Century Croft, New York, 1980.

இடமகல் சூல்

சாதாரணமாகச் சூற்பையில் (ovary) இருந்து வெளி வரும் அண்ட அணு, கருக்குழாயில் (fallopian tube) ஆண் விந்துவுடன் சேர்ந்து குழந்தைக்கான கரு தோன்றத் தொடங்கினாலும் கருக்குழாய் சுருங்கு தலால் அணு கருப்பைக்குள் (uterus) தள்ளப்பட்டுக் கருப்பையில் வளர ஆரம்பிக்கின்றது. இது சாதாரண மாக நடக்கும் நிகழ்ச்சியாகும். ஆனால் சில நேரங் களில் கருப்பையில் கரு வளராது. கருக்குழாய், சூற்பை, தாயின் வயிறு மற்றும் கருப்பையின் நுனி ஆகிய இடங்களில் கூடக் கருத்தரிக்கும். இவற்றில் மிக அதிகமான விகிதங்களில் நடப்பது கருக்குழாயி லேயே கரு தரிப்பது. இவ்வாறு இயற்கைக்கு மாறாகக் கருவுறுதல் குழந்தைப் பேற்றுக்கான உறுப்புகளின் கோளாறுகளினால் ஆகும். இவ்வாறு நிகழ்வதற்கு முக்கிய காரணம் கருப்பை சார்ந்த மற்ற உறுப்புகளில் உண்டாகும் அழற்சியே ஆகும். அப்போது கருக்குழாய் நார்த்திசுக்களால் ஒட்டிக் கொண்டு சுருங்கி இத்தகைய கருவுறல் ஏற்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சிக்கு உள்ளானவர்களுக்கு இதற்கு முன் தொற்றுடன் கூடிய கருக்கலைப்பு (septis abortion) அல்லது குழந்தை பிறந்த பிறகு கருப்பைத் தொற்று (pelvic infection) ஏற்பட்டு இருக்கும். அதனால் இவ்வகையான கருத் தரிக்கும் நிலை, மக்கள்தொகை



இடமகல்சூல் ஏற்படும் இடங்கள்

அதிகமாக உள்ள பகுதிகளிலும் துறைமுக நகரங் களிலும் அதிகமாக ஏற்படுகிறது. இவற்றைத் தவிர கருக்குழாய்ப்பையில் கேடுகள் நார்த்திசுக்கட்டி, கருக்குழாயில் கட்டிகள் இருப்பினும் கருப்பைக்கு வெளியே கருத்தரிக்கக் காரணமாகலாம்.

கருப்பைக்கு வெளியே கருத் தரித்த சில வாரங்க ளுக்குள் அக்கருவிலிருந்து இரத்தம் கசிந்து கருவானது

ஒரு சிறு கட்டியாக மாறிவிடும். அல்லது கருக் குழாய் வழியாக வயிற்றுக்குள் தள்ளப்படும். இந் நிலையில் சில சமயம் வயிற்றில் கூட இரத்தக் கசிவு உண்டாகும். மேலும் கருக்குழாய் வெடிப்பதனால் கருக்குழாயிலிருந்து வயிற்றினுள் கட்டுக்கடங்காத இரத்த ஒழுக்கு ஏற்படும். இந்நிலையில்தான் அவசர சிகிச்சை தேவைப்படுகிறது.

இம்மாதிரி நிலையைக் கண்டுபிடிக்க மருத்துவர் முற்படும்போது 6 இலிருந்து 8 வாரங்கள் முன் தனக்கு மாதவிடாய் நின்றதாக நோயாளி கூறுவார். இந்நேரங்களில் சாதாரணமாகக் கருவுற்ற பொழுது ஏற்படும் அறிகுறிகளான, காலை வாந்தி, அடிக்கடிச் சிறுநீர் கழிக்கும் நிலை, மார்பக வலி முதலியவை களும் காணப்படும். மேலும் அடிவயிற்றில் அதிக வலி, குமட்டல் வாந்தியுடன் தோன்றும். சிலசமயம் மயக்கம் வரும். இவ்வலி குடல்வால் அழற்சிபோல் (appendicitis) தோன்றினாலும் இவர்களுக்கு வலியு டன் உடல் நலக் கேடு குடலில் ஓட்டை (intestinal perforation) விழுந்ததைப்போல் ஏற்படும். அடி வயிற்றில் வலி இரத்தக் கசிவுடன் இருப்பதால் இவ் வலி உதரவிதானத்தைத் (diaphrum) தாக்கித் தோள் பட்டையில் வலி பரவும்.

இவ்வறிகுறிகளைத் தவிர, பெண் குறியில் இரத்த ஒழுக்கு சாதாரண ஒழுக்கைப் போல் அல்லாது கரு மையான நீர்த்த இரத்த ஒழுக்கோ மிகக் கருப்பான இரத்தக் கட்டிகளாகவோ வெளிவரும். இந்நிலையில் பெண்கள் உடல் வெளுத்து, பதட்டத்துடனும் மூச் சிரைப்புடனும் காணப்படுவார்கள். உடல் சில்லிட்டு, நாடித்துடிப்பு, வேகமாக ஓடும். வயிறு சற்று வீங்கிக் காணப்படும். தொட்டால் வலியுடன் துடிப்பார்கள்.

இடமகல் சூலைச்சரிவர அறிய வயிற்றறையில் இரத்தம் கசிந்து சேர்ந்திருப்பதைப் புணர்குழாயின் கீழ் வளைவின் வழியாக ஊசியைச் செலுத்தி இரத் தத்தை எடுத்து அறிய முடியும்.

கேளா ஒளி அலை மூலமும் (ultra sound) இட மகல் சூலை அறியமுடியும். இடமகல் சூல் ஏற்பட் டுப் பிறகு அது வெடித்த நிலையில் உடன் அறுவை மருத்துவம் தேவைப்படும். அச்சமயங்களில் இரத்தம் தேவைப்படும். அறுவை சிகிச்சையின் பொழுது பாதிக்கப்பட்ட கருப்பைக் குழாயைத் துண்டித்து இரத்த ஒழுக்கு நிறுத்தப்படும்.

கருப்பை அறுவை அல்லது லூப் காப்பர் டி மூலம் குடும்பக் கட்டுப்பாடு செய்து கொண்டவர்க்கு வயிற்று வலி, மயக்கம், சோர்வு ஏற்பட்டால் இட மகல் சூல் ஏற்பட்டுள்ளதா என்று மருத்துவப் பரி சோதனை செய்து கொள்ள வேண்டும்.

சு. நரேந்திரன்

நூலோதி

1. பழனியப்பன், ந, மகப்பேறு மருத்துவம், மருத் துவக் கல்லூரி இயக்குநர். சென்னை, 1985.

2. Derek Llewellyn-Jones, Fundamentals of Celste-tuin & Gynaecology, Vol. I, Second Edition, ELBS, London, 1977.

இடமாறிய விரை

மனித உடலை ஆண்மைக்கான அறிகுறிகளுடன் வளரச் செய்யும் சுரப்பியும், இனவிருத்திக்கு இன்றி யமையாத அணுக்களும் (sperms) உற்பத்தியாகும் உறுப்புக்களே விரைகளாகும். இவை மனித உடலில் வயிற்றின் அடிப்பாகத்தில் இரு தொடைகளுக்கு மத்தியில் இருக்கும் விரைப்பையில் (scrotun) பொருந்தி இருப்பினும், இவற்றின் பிறப்பிடம் இது வன்று. மனித உடல் கருவாக இருக்கும் கட்டத்தில், விரைகளாக வடிவெடுக்கப் போகும் நுண் அணுக்கள் கூட்டம் (mass of cells) வயிற்றுப் பின் சுவரில் காணப்படுகின்றன. கருவின் வளர்ச்சிப் போக்கில் இவை விரைகளாக உருவெடுத்து வயிற்றிலிருந்து கீழி றங்கி வயிற்றுத் தசைகளில் இருக்கும் இரு துவாரங் கள் (inguinal rings) வழியாக வெளி வந்து விரைப் பையை அடைகின்றன. கரு, தாயின் வயிற்றுக்குள் ளேயே குழந்தையாக முழுமை அடையும் கட்டத்தில் (7 மாதங்கள்) விரைகளின் கீழிறக்கம் (descent) முடிந்து அவை விரைப்பையை அடைந்துவிடுகின்றன. ஆனால் ஆயிரத்தில் ஒரு படைப்பில் இந்தக் கீழிறக் கம் தடைப்பட்டு இரு விரைகளுமோ, ஒன்றோ வயிற் றுக்குள்ளே தங்கி விடுவதுண்டு. அல்லது வயிற்றி லிருந்து வெளியேறி விரைப்பையில் நுழை யாமல் மாற்றிடங்களில் தேங்கி நின்றுவிடுவது உண்டு இவ்விரண்டு நிலைகளும், மொத்தமாக, இடம் மாறிய விரைகள் என்றழைக்கப்பட்டாலும் இவற்றிற் கான காரணங்கள் வெவ்வேறாகும். இக்காரணங் களையும் இந்நிலையினால் ஏற்படும் நோய்க்குறி களையும் (symptoms), அறிகுறிகளையும் (signs), ஏற்படக்கூடிய சிக்கல்களையும் (complications), சிகிச்சை முறைகளையும் (treatment) காணலாம்.

விரைகளின் தோற்றமும் வளர்ச்சியும். ஏறத்தாழ சூல் தரித்து 2 மாதங்கள் கரு வளர்ச்சி அடைந்த நிலை யில் சில குறிப்பிட்ட உயிரணுக்கள் (cells) கருவின் முதுகுப் பாகத்தில் குவியலாகக் கூடிப் பக்கத்துக் கொன்றாக விரைகளை உற்பத்தி செய்யத் தொடங்கு கின்றன. அடுத்த 5 மாதங்கள் இந்த உயிரணுக்கள் வளர்ந்து சூல் கொண்ட 7ஆம் மாதத்தில் விரை களாக முழு வளர்ச்சி அடைகின்றன. இவ்வாறு முதிர்ச்சியடையும்போது சில குறிப்பிட்ட உயிர ணுக்கள் பிற்காலத்தில் விந்து அணுக்களாக (sperms) மாறக் கூடிய சிறப்புத் தன்மை அடைந்து விரைகளில் ஆங்காங்கே செயலற்ற நிலையில் (dorm-ant) பொதிந்து காணப்படுகின்றன. சூல் தரித்த 7ஆவது மாத முடிவில் விரைகள் வயிற்றிலிருந்து, கீழிறங்கி விரைப்பையை அடைகின்றன.

விரைகளின் கீழ் இறக்கம். எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட காரணத்தினால் விரைகள் வயிற்றிலிருந்து கீழிறங்கு கின்றன என்பது தெளிவாக அறிய வில்லை என்றாலும் கீழ்க்காணும் காரணங்களைச் சாத்தியக் கூறுகளாகக் கொள்ளலாம்.

கருவின் வளர்ச்சியின் போது குடல் பாகங்கள் முதலில் வயிற்றுக்கு வெளியில் வளர்ச்சியடைந்த பிறகு சிறிது சிறிதாக வயிற்றுக்குள் புகுந்து கொள்கின்றன. இவ்வாறு குடல் உட்புகும்போது வயிற்றில் ஏற்படும் அழுத்தத்தினால் விரைகள் வயிற்றிலிருந்து கீழே தள்ளப்படுகின்றன. கீழே தள்ளப்படும் விரைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்கை, அதாவது விரைப்பையை மட்டும், நோக்கி நகருவதற்கு ஏதுவாக குபர்னாகுலம் (gubernaculum) என்னும் ஒரு பாதை போன்ற சதை அமைப்பு கருவில் காணப்படுகிறது. இச்சதை அமைப்பு விரைகளின் கீழ் முனையிலிருந்து விரைப்பையின் அடிப்பாகம் வரை பரவி இருக்கிறது. இது சற்றே சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையது. எனவே, கீழே தள்ளப்படும் விரைகள் இப்பாதை வழியாக மட்டும் சரிந்து வர முடிகிறது.

கருவின் வேறுபட்ட விகித வளர்ச்சி அதனை நீள வாட்டத்தில் தலையை நோக்கி விரைவாக வளர வைப்பதால் தொடக்கத்தில் வயிற்றிலிருந்து விரைகள் கீழ் நோக்கிச் சரிந்துவிடுகின்றன.

தாயின் கருப்பை நச்சிலிருந்து (placenta) சுரக்கும் கோரியானிக் கொனடோ ட்ரோபின் (choriomic gonodotropin) என்ற நாளமில்லாச் சுரப்பி (harmone) விரைகளின் தோற்றத்திற்கும் முழுமையான வளர்ச்சிக்கும் இன்றியமையாததாகும். இச் சுரப்பே விரைகளின் கீழிறக்கத்திற்கும் காரணமாகலாம் எனச் சிலரால் நம்பப்படுகிறது. இடம் மாறிய விரைகளைப் பரிசோதித்துப் பார்க்கும்போது அவை அமைப்பிலும், வளர்ச்சியிலும் முழுமை பெறாத நிலையில் (imperfect development) இருப்பது தெரிகின்றது. ஆகவே கோரியானிக் கொனடோ ட்ரோபின் சுரப்பியின் ஆக்க சக்தியே விரைகளின் வளர்ச்சிக்கும், கீழிறக்கத்திற்கும் மூலகாரணமென நம்ப இடமிருக்கிறது.

மேற்கூறிய நான்கு காரணங்களுமே ஒன்றாகச் சேர்ந்து கூட்டாகச் செயல்படுவதால்தான் விரைகள் கீழிறங்குகின்றன என்பதே இன்றைய நிலையில் எல்லோராலும் ஒப்புக் கொள்ளப்படுகின்றன.

இயற்கையின் சில விந்தைகள். விரைகள் வயிற்றினுள்ளே தோன்றி விரைப்பைக்குள் இறங்கும் செயல் மனித இனத்திற்கு மட்டும் உரியதன்று, மற்ற உயிரினங்களிலும் இவ்வாறே நடைபெறுகிறது. ஆனால் மனித இனத்தில் விரைகள் விரைப்பையை ஒரு குறிப்பிட்ட வயதுக்குள் அடையாவிட்டால் அவ்விரைகளில் விந்து அணுக்கள் உற்பத்தியாவதில்லை. யானை, திமிங்கிலம் போன்ற மிருகங்களில் விரைகள் வயிற்றினுள்ளேயே தங்கிவிடுகின்றன. கீழிறங்கி விரைப்பையை அடைவதில்லை. என்றாலும் இவ்விலங்குகளின் விரைகள் விந்தணுக்களை உண்டு பண்ணுகின்றன. மற்ற சில விலங்குகளில் விரைகள் வயிற்றிலிருந்து விரைப்பைக்கு இனவிருத்தி ஆகும் பருவத்தில் மட்டும்தான் இறங்குகின்றன. மற்ற பருவங்களில் திரும்பவும் வயிற்றுக்குள் சென்றுவிடுகின்றன.

விரைப்பையும் அதன் பணிகளும். விரைப்பை தன்னிச்சையாகச் (autonomous) சுருங்கி விரியும் தன்மை பெற்றுள்ளது. தோலுக்கடியில் இருக்கும் டார்டஸ் (dartos) என்ற தசையே இதற்குக் காரணம். விரைகள் விந்தணுக்களை உண்டுபண்ண வேண்டும் என்றால் அவற்றின் வெப்பநிலை உடலின் வெப்ப நிலையைவிடச் சற்றுக் குறைவாக ஒரே சீரான நிலையில் இருக்க வேண்டும். ஆகவே, புறத் தட்பவெப்ப நிலை குளிராக இருந்தால் விரைப்பை சுருங்கி விரைகளை வயிற்றிற்கு வெகு அருகில் கொண்டு சென்று வயிற்றின் வெப்பத்தினால் அவை வெது வெதுப்பாக இருக்குமாறு வைத்துக் கொள்கின்றது. அது போலவே வெளி வெப்பம் அதிகமாக இருக்கும்போது விரைப்பை விரிந்து, நீண்டு, தொங்கி, விரைகள் வயிற்றின் வெப்பத்தினால் பாதிக்கப்படா வண்ணம் வயிற்றிலிருந்து தூரத்தில் தொங்குமாறு அமைத்துவிடுகிறது. இடம் மாறிய விரைகள் விரைப்பையை அடையாததால் இந்தத் தட்பவெப்பச் சமநிலை அடைய முடியாமல் விந்து அணுக்கள் உற்பத்தி செய்யும் சக்தியை இழந்துவிடுகின்றன.

இடம் மாறிய விரைகளின் வகைகள். விரைகளின் கீழிறக்கத்தில் ஏற்படும் தடைகளுக்குக் காரணம் அவற்றின் வளர்ச்சியிலும் கருவின்பொது வளர்ச்சியிலும் ஏற்படும் குழப்பங்களே. இடம் மாறிய விரைகள் உள்ளவர்களில் 15 விழுக்காடு சிறுநீரகங்களிலும் குடல் அமைப்பிலும் பிறவியிலேயே குறைபாடுடையவர்களாகக் காணப்படுகின்றனர். அவ்வாறே மற்றும் சிலர் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் குறைபாடுடையவர்களாகவும் உள்ளனர். மற்ற பிறப்புக் குறைபாடுகளும் காணப்படுவது இயல்பு. இடம் மாறிய விரைகளில் கீழ்க்காணும் பலவகை உண்டு.

காலம் கடந்த விரை இறக்கம். நான்கு விழுக்காடு பிறப்புகளில் எந்தவிதக் குறைபாடும் இல்லாமல் இயற்கையாகவே குழந்தை பிறந்திருந்தால் கூட விரைகளின் இறக்கம் முழுமை அடைவதில்லை. ஆனால் குழந்தைக்கு வயது ஒரு மாதம் முடிவதற்குள் தாமாகவே விரைகள் விரைப்பையை அடைந்துவிடுகின்றன. இம்மாதிரியான நிகழ்ச்சி குறைமாதப் பிறப்புகளில் மிகையாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த வகை இடம் மாறிய விரைகள் தாமாகவே ஒரு மாதத்திற்குள் விரைப்பையை அடைந்துவிடுவதால் இதனை ஒரு குறைபாடாகக் கருத முடியாது.

தசைச் சுருக்கத்தினால்இடம்மாறிய விரைகள் (rer-actile testes). விரைநாளங்களையும், விரைகளையும் சுற்றிக் க்ரிமாஸ்டர் (cremaster) என்ற தசை அமைக் கப்பட்டிருக்கின்றது. இத்தசை சுருங்கி விரிவதால் விரைகள் மேலும் கீழும் நகருகின்றன. குழந்தைப் பருவத்தில் இதன் சுருங்கும் திறன் மிகைப்பட்டுக் காணப்படுகிறது. சில குழந்தைகளில் (3 வயதிலிருந்து ஏறத்தாழ 16 வயதுவரை) இதன் சுருங்கும் திறன் மிக அதிகமாகி விரைகள் வயிற்றின் தோலுக்கடியிலோ, இன்குவைனல் கால்வாயிலோ (inguinal canal) இழுத் துக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஆகவே விரைகள் விரைப் பையில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் விரைப்பை முழுமையாக வளர்ச்சியடைந்த நிலையில் காணப் படும். நாளடைவில் விரைகள் தாமாகவே கீழிறங்கி ஏறத்தாழ 16 வயதளவில் விரைப்பையை அடைந்து விடுகின்றன. இடம் மாறிய விரைகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை என்பதை ஒரு சோதனையின் மூலம் கண்டு கொள்ளலாம். வயிற்று மட்டத்திலிருக்கும் விரைகளை விரல்களினால் பற்றி விரைப்பையின் அடி மட்டம் வரை இழுக்க முடிந்தால் அவை தசைகளின் சுருக்கத்தினால் இடம் மாறிய விரைகளே என்று அறிந்துகொள்ளலாம். உண்மையிலேயே கீழிறக்கம் தடைப்பட்ட விரைகளாக இருந்தால் இவ்வாறு விரைப்பை கீழே இருக்க முடியாது. விரைப் பையும் முழுமையான வளர்ச்சி அற்றதாக இருக்கும்.

இறங்கா விரைகள் (undescended testes). இவ் வகைதான் உண்மையிலேயே படைப்புக் குறைபாடு களால் (developmental defects) கீழிறக்கம் தடைப் பட்டு இடம் மாறிய விரைகளாகும். இவ்வகையில் விரைகள் முழுமையாகக் கீழே இறங்காமல் போவ தோடு, விரைப்பையும் முழு வளர்ச்சி அடையாமல் சிறியதாகக் காணப்படும்.

இரண்டு விரைகளுமே கீழிறங்காமல் வயிற்றுக் குள்ளேயே நின்று விடலாம். அல்லது சற்றே கீழி றங்கி வயிற்றுத் தசைகளின் இடை வெளியில் நின்று விடலாம். இவ்வாறு இரண்டு விரைகளுமே கீழிறங் காத நிலைக்கு க்ரிப்டார்க்கிடியம் (cryptochidism) என்று பெயர். இடம் மாறிய விரைகள் உள்ளவர் களில் 20 விழுக்காடு இரண்டு விரைகளுமே கீழிறங் காத நிலையிலும், 50 விழுக்காடு வலப்புற விரை மட்டும், கீழிறங்காத நிலையிலும் 30 விழுக்காடு இடப்புற விரைமட்டும் கீழிறங்காத் நிலையிலும் இருப்பதைக் காணலாம்.

இவ்வகை விரைகள் வளர்ச்சி குறைந்து நலிந்து போன நிலையில் சிறிய அளவு உடையவையாக இருக்கின்றன. ஆறு வயது வரை இவ் விரைகளின் உயிரணுக்களின் அமைப்பு மாறுபடாமல் இயற் கையின் விதிப்படி ஒழுங்கான நிலையில்தான் இருக் கின்றது. அதன் பிறகு வயிற்றின் தட்பவெப்ப நிலை விரைகளின் வளப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு இல்லாமை யால், அவற்றின் உயிரணுக்கள் சீர்கெடத் தொடங்கி 16 வயதளவில் திருத்த முடியாத அளவு பழுதடைந்துவிடுகின்றன.

இக்காரணத்தால் இவ்வகை விரைகள் ஆண் விந்தணுக்களை உற்பத்தி செய்ய முடிவதில்லை. என் றாலும் ஆண்மை அறிகுறிகளுக்கு இன்றியமையாத ஆண்டிரோஜன் (androgen) என்ற சுரப்பினை, இவ் விரைகள் உற்பத்தி செய்கின்றன. இச்சுரப்பு அள வில் குன்றந்திருந்தாலும், உடல் அமைப்பில் ஆண்மை அறிகுறிகள் முழுமையடைந்தே காணப்படுவதால், இவ்வகை இடம் மாறிய விரைகள் கொண்ட மக் களும், பார்வைக்கு முழுமையான ஆண்மை அறி குறிகள் கொண்டவர்களாகவே தென்படுகின்றனர். அவர்களின் விந்தில் விந்து அணுக்கள் இல்லாததால் இவர்களுக்கு மகப்பேறு கிட்டுவதில்லை.

மாற்றிடங்களில் இறங்கிய விரைகள். சரியான இலக்கை நோக்கி விரை இறங்குவதற்குப் பயன்படும் குபர்னாகுலம் என்ற தசை அமைப்பு, சில சமயம் விரைப்பையின் நுழைவாயிலின் அருகில் தடைப் பட்டு, பல கிளைகளாகப் பிரிந்து விடுவதுண்டு. அத னால், இறங்கிவரும் விரைகள், விரைப்பையை அடை யாமல் இக்கிளைகளில் ஏதாவதொன்றின் வழிப் புகுந்து மாற்றிடங்களில் தேங்கிவிடுவதுண்டு. வயிற் றின் அடிப்பாகத்தில், தோலுக்கடியிலோ, ஆண் குறிக்கருகிலோ, தொடையின் அருகிலோ, விரைப் பைப் பின்புறமோ (perinium) இவ்வகை விரைகள் காணப்படும். இவ்வகை விரைகள் இடம் மாறிக் காணப்பட்டாலும், முழுமையான வளர்ச்சி உடை யனவாக இருப்பதால், விந்தணு உற்பத்தி செய்யும் திறனை இழப்பதில்லை; விரைப்பையும் முழு வளர்ச் சியுடன் காணப்படுகிறது. அறுவை சிகிச்சை மூலம் இவ்விரைகளை விரைப்பையில் அடக்கம் செய்து விட்டால் இவை செவ்வனே பணி புரியும் வாய்ப்பு அதிகமுண்டு.

இடம் மாறிய விரைகளால் ஏற்படும் துன்பங்களும் சிக்கல்களும். இரு பக்கங்களிலும் இடம் மாறிய விரைகள் உள்ளவர்களுக்கு, மகப்பேறு கிட்டாமல் போகும் நிலை ஏற்படுகிறது. விரைப்பையில் அடக்க மான இடத்திலில்லாததால் இடம் மாறிய விரைக ளில் அவ்வப்போது அடிபட்டு (trauma) வலி உண் டாகிறது. அல்லது அடிபட்டு, இரத்தங்கட்டி, விரை கள் நலிந்து (atrophy) போய்விடுகின்றன. இடம் மாறிய விரைகள் உள்ளவர்களுக்கு, குடல் பிதுக்கமும் (hernia) கூடவே ஏற்படுகிறது; இதனால் வலி, வீக்கம், குடல் நெருக்கம் (strangulation) போன்றவை ஏற்படலாம். இடம் மாறிய விரைகளில் புற்று நோய் உண்டாகக் கூடிய வாய்ப்பு மிகையாகக் காணப்படுகிறது.

சிகிச்சை முறைகள். இடம் மாறிய விரைகளின் வகைகளுக்கு ஏற்பச் சிகிச்சை முறைகளும் வெவ்வே றாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

காலந்தாழ்த்து இறங்கும் வகைக்கும், தசைச்சுருக்கத்தால் இழுத்துக்கொண்ட வகைக்கும் அறுவை சிகிச்சை தேவையில்லை. கோரியானிக் கொனடோட்ரோபின் என்ற நாளமில்லாச் சுரப்புக்கொண்ட மருந்தினைத் தக்க தருணத்தில் ஊசி மூலமாகச் செலுத்துதலே போதுமானதாகும்.

மற்றவற்றிற்கு, அறுவை சிகிச்சை இன்றியமையாததாகும்.குழந்தைக்கு 6 வயதாகும்பொழுதே, அறுவை சிகிச்சையின் மூலம், இடம் மாறிய விரைகளை விரைப்பையில் தங்குமாறுசெய்தல் வெண்டும். இச்சிகிச்சைக்கு ஆர்க்கியோபெக்சி (orchiopexy) என்றுபெயர். விரைப் பை வளராத நிலையில் இருந்தால், தொடையிலிருந்து தோலை விரைப் பையோடு சேர்த்துத் தைத்து, விரைப்பையின் அளவைப் பெரிதுபடுத்தி அதனுள் விரைகளை வைத்துவிடலாம்.

6 வயதிற்கு மேல் செய்யும் அறுவை சிகிச்சையின் மூலம் நல்ல பலன் கிட்டுவதில்லை; குமரப்பருவம் வரை (16 வயது) காலம் தாழ்த்திவிட்டால், விரைகள் முழுமையாக விந்தணுக்களை உண்டாக்கும் திறனை இழந்துவிடுவதாலும், புற்று நோய் உண்டாகும் வாய்ப்பு அதிகமிருப்பதாலும், விரை நீக்கம் (orchid ectomy) செய்வதே நல்லது.

நூலோதி

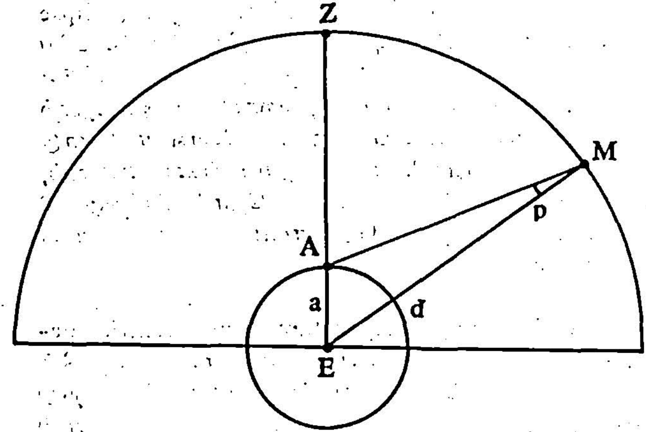
1. Underscended Testis-Current Surgical Diagnosis and Treatment, Lange Medical Publication, 1983.
2. Bailey and Love, Short practica of Surgery, 8th Edition, The English Language Book Society, Oxford, 1985.

இடமாறு தோற்றப்பிழை (வானியல்)

ஒரு விண்பொருளைக் (celestial object) குறிப்பிட்ட ஓர் இடத்திலிருந்து பார்க்கும் திசைக்கும், புவியின் மேல் ஏதேனும் ஓர் இடத்திலிருந்து பார்வையாளர்(observer)அதனைப் பார்க்கும் திசைக்கும் உள்ள வேறுபாடு அவ்விண்பொருளின் இடமாறு தோற்றப்பிழை (parallax) எனப்படும். இது, இவ்விரண்டு இடங்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு விண்பொருளில் ஏற்படுத்தும் கோணத்திற்குச் சமமாகும்.

புவிமையத் தோற்றப் பிழை (geocentric parallax). புவியின் மேல் வெவ்வேறு இடங்களிலிருந்து விண்பொருள்களைப் பார்க்கும்போது, அவைகளின் ஆயத்தொலைகள் (coordinates) வெவ்வேறாக இருக்கும். அவற்றை ஒழுங்குப்படுத்த வேண்டி, புவிமையத்தை (centre of the earth) ஒரு செந்தரப் புள்ளியாகக் (standard point) கொண்டு, இடத்திற்கேற்ப அவை சீர் படுத்தப்படுகின்றன. இந்த அடிப்படையில் புவிமையத்திலிருந்து ஒரு விண்பொருளைப் பார்க்கும் திசைக்கும் புவியின் மேற்பரப்பில் ஏதேனும் ஒரு இடத்திலிருந்துஅப்பொருளைப் பார்க்கும் திசைக்கும் உள்ள வேறுபாடு புவிமையத் தோற்றப் பிழை எனப்படும்.

பல கோடி கிலோமீட்டர்களுக்கு அப்பாலுள்ள விண்மீன்கள், புவி மையத்திலிருந்து பார்க்கும் திசையும், புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து பார்க்கும் திசையும் ஏறக்குறைய இணையாக அமைவதால், அவை புவிமையத் தோற்றப்பிழையினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் நிலா (moon), சில கோள்கள் (some planets), ஞாயிறு (sun) ஆகியவற்றிற்குப் புவிமையத் தோற்றப் பிழைகள் கணிக்கப்படுகின்றன.



படம் 1

E - புவிமையம் A - புவியின் மேற்பரப்பில் ஓர் இடம் M - திங்களின் மையம் Z - உச்சி EM - திங்களின் உண்மைத் திசை AM - திங்களின் தோற்றத் திசை

படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல, A யிலிருந்து நிலாவைப் பார்க்கும்போது உண்டாகும் புவிமையத் தோற்றப்பிழைக்கோணம் EMA ஆகும். அதாவது புவியின் ஆரம் நிலாவின் மையத்தில் ஏற்படுத்தும் கோணத்திற்குச் சமமாகும். புவியின் ஆரம் a எனவும், புவிக்கும் நிலாவுக்குமிடையேயுள்ள தொலைவு d எனவும், கோணம் EMA = p, ZAM = z (உச்சக்கோணம்) எனவும் எடுத்துக்கொண்டால் தோற்றப்பிழையின் வாய்பாடு $\sin p = \frac{a}{d} \sin z$.

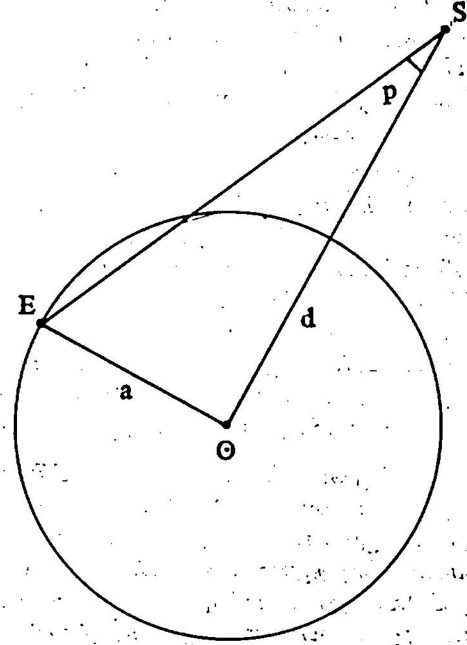
சராசரியாக, புவியின் ஆரம் 6400 கி. மீ. புவிக்கும் நிலவுக்கு மிடையே உள்ள தொலைவு 38400 கி. மீ. இவற்றை ஒப்பிடும்போது p மிகச் சிறிய அளவுடையதாகும். இதனால் $\sin p = \frac{a}{d} \sin z$ என்ற வாய்பாடினை $p = \frac{a}{d} \sin z$ என ஆரை

யன் அளவில் (radian measure) குறிக்கப்படுகிறது. நிலாவின் மையம், தொடுவானத்தின் (horizon) மேல் அமையும் போது கோணம் $Z = 90°$ ஆகும். அதனால். $\sin 90° = 1$ ஆவதால் $p = a/d$ ஆகும். இது தொடுவானத் தோற்றப்பிழை (horizontal parallax) என்றும், p என்ற குறியீட்டாலும் குறிக்கப்படும். பொதுவாக வாய்பாடு $p = a/d \sin Z$ என்பது $p = p \sin Z$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

புவிமையத் தோற்றப்பிழையால் ஏற்படும் நிலை மாறுதல்கள் வெறுந்தோற்ற மாற்றங்களே (apparent changes) என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

ஒரே உச்சிவட்டத்தில் அமைந்த இரு இடங்களி லிருந்து பார்க்கும்போது கிடைக்கும் உச்சிக்கடத்தல் அளவுகளாலும் (meridian observations), நிலாவால் ஏற்படக்கூடிய விண்மீன் மறைப்புகளாலும் (eclipse of stars by moon), புவிக்கும் நிலவுக்குமிடையே யுள்ள தொலைவை ராடார் முறையில் கணக்கிடுத லாலும், மேலும் பல்வேறு முறைகளினாலும் தோற்றப்பிழை கணக்கிடப்படுகிறது. நிலாவின் தொடுவானத் தோறறப்பிழை 57 நிமிடங்கள் எனவும், ஞாயிற்றின் தொடுவானத் தோற்றப்பிழை 9 நொடிகள் எனவும் தோராயமாகக கணக்கிடப் பட்டுள்ளன.

ஞாயிற்றுமையத் தோற்றப்பிழை (heliocentric parallax) ஞாயிற்றைக் குவியமாகக் கொண்ட ஒரு நீள் வட்டப்பாதையில் புவி ஓராண்டுக் காலத்தில் சுற்றி வருவதால், அது ஒரு நிலைத்த பொருளன்று. ஆனால் விண்மீன்கள் யாவும் நிலைத்த பொருள்களாகும். வழக்கத்தில் புவியின் பாதையை ஒரு வட்டமாகவும், ஞாயிற்றின் மையத்தை ஒரு நிலைத்த புள்ளியாகவும் கொண்டு சில கணிப்புகள் செய்யப்படுகின்றன. ஞாயிற்றின் மையத்திலிருந்து விண்மீனைக் காணும் திசைச் செந்தரத்திசை (standard direction) அல்லது உண்மைத்திசை (true direction) அல்லது ஞாயிறு மையத் தோற்றத்திசை (heliocentric direction) என வும், புவியிலிருந்து விண்மீனைப் பார்க்கும் திசை தோற்றத்திசை (apparant direction) அல்லது புவிமையத் தோற்றத்திசை (geocentric direction) எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவ்விரு திசை களுக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஞாயிறு மையத் தோற்றப்பிழை (heliocentric parallax or stellar parallax) எனப்படும். ஞாயிற்றின் மையத்தோற்றப் பிழை வாய்பாடு $\sin p = a/d \sin E$ ஆகும். புவி, ஞாயிறு இரண்டிற் கிடையேயுள்ள தொலைவை யும், ஞாயிறு, விண்மீன் இவற்றுக்கிடையேயுள்ள தொலைவையும் ஒப்பிடும் போது p மிகமிகச் சிறிய கோணமாக இருப்பதால், $p = a/d \sin E$ என ஆரையன் அளவில் குறிக்கப்படுகிறது.



படம் 2

E புவி Θ ஞாயிறு S விண்மீன் $E\Theta = a$ $\Theta S = d$
கோணம் $\angle ES\Theta = p$

E செங்கோண மதிப்பைப் பெற்றால், P இன் மதிப்பு பெரும் மதிப்பு (maximum value) ஆகும். அதாவது, $P = a/d \sin 90° = a/d$ ஆகிறது. இங்கு, $\pi = a/d$ எனக்கொண்டு $p = \pi \sin E$ என்று தோற்றப் பிழையின் பொது வாய்பாடாகக் குறிக் கப்படுகிறது. புவிக்கும் ஞாயிற்றுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவினை ஒரு வானியல் அலகு (astronomical unit) (ஒரு வானியல் அலகு = 140, 600, 000 கி.மீ.) எனக் கொண்டு புவியின் மேல் இரு இடங் களிலிருந்து ஒரே நேரத்திலோ ஒரே இடத்திலிருந்து ஞாயிறு தோன்றுவதற்கு முன்னரோ மறைந்த பின்னரோ தோற்றப்பிழை கணக்கிடப்படுகிறது. $M = m + 5 + 5 \log p$ என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு விண்மீனின் தோற்றப்பிழையைக் கணக்கிட லாம். இங்கு M என்பது விண்மீனின் தனிப் பொலிவுத் தரம் (absolute brightness magnitude), m என்பது தோற்றப் பொலிவுத் தரம் (apparent brightness magnitude), p என்பது தோற்றப்பிழை ஆகும். நிற மாலையியல் (spectroscopic) மூலமும் இது கணக் கிடப்படுகிறது.

விண்மீன்கள் புவியிலிருந்து நெடுந்தொலைவி லிருப்பதால் அவற்றின் தோற்றப் பிழை ஒரு நொடிக்கும் குறைவாகவே உள்ளது.

மிக அதிகப் பிழை 0.75 நொடி உடைய விண் மீன், ஆல்பா சென்ட்டாரி (alpha centauri) என்றும், 5ஆவது பொலிவுத்தரம் உள்ள விண்மீன்களின் சராசரித் தோற்றப்பிழை 0.018 என்றும், 10ஆவது பொலிவுத்தரம் உள்ள விண்மீன்களின் சராசரித் தோற்றப் பிழை 0.0027 எனவும் கணக்கிடப் பட்டிருக்கின்றன.

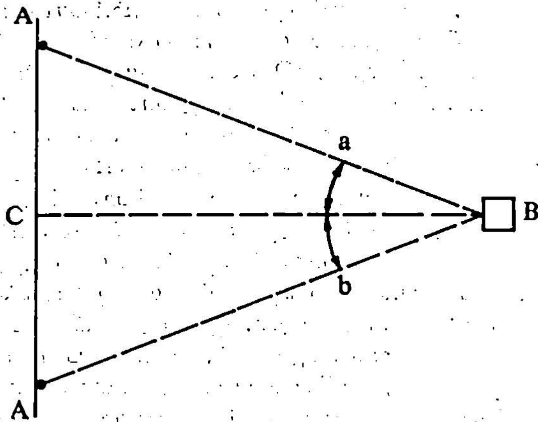
ப.க.

நூலோதி

A.S. Kumaravelu, Astronomy, 2nd Edition, 1967.

இடமாறு தோற்றம்

ஒரு பொருளை ஓரிடத்திலிருந்து பார்க்கும்போது ஒரு திசையிலும், சற்று வலமாகவோ இடமாகவோ நகர்ந்து நின்று பார்க்கும்போது அது வேறு திசையிலும் தோன்றும் மாற்றம் இடமாறு தோற்றம் (parallax) எனப்படும். நமது இடக் கண்ணை மூடிக் கொண்டு முகத்துக்கு நேரே கை நீளத் தொலைவிற்குக் கையை நகர்த்தி ஒரு விரலை உயர்த்தி அதனைத் தொலைவில் உள்ள ஒரு கம்பம் அல்லது மரத்தோடு நேர்கோட்டில் பொருந்தித் தோன்றும்படிச் செய்த பின்பு தலையையோ, கையையோ நகர்த்தாமல் இடக் கண்ணைத் திறந்து வலக் கண்ணை மூடிப் பார்த்தால் முன்னர் கைவிரலுக்கும் மரத்துக்கும் இருந்த வரிசையொழுங்கு குலைந்து போய் விரல் நகர்ந்து இடம் மாறி விட்டது போல் தோன்றுவதை உணரலாம். விரல் நகர்ந்ததாகத் தோன்றும் தொலைவினையும் நம் இரு கண்களுக்கு இடையே உள்ள தொலைவினையும் அறிந்தால், நம் முகத்திலிருந்து விரல் எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளது என்பதைக் கணக்கிட்டுவிடலாம்.

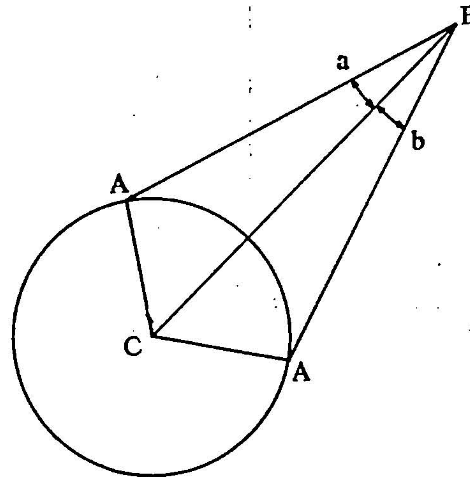


படம் 1. இடமாறு தோற்றம்

a, b–இடமாறு தோற்றத்தின் கோணங்கள்.

இரு கண்கள் கொண்டு அன்றாடம் நாம் பொருள்களை நோக்கும்போது இந்த இடமாறு தோற்ற விளைவினைக் கொண்டே அவை இருக்கும் தொலைவை நம்மால் உணரமுடிகிறது. நில அளவையில் ஓரிடத்திலிருந்து ஒரு பொருளின் தொலைவை அறிய வேண்டுமானால் அந்த இடத்திற்கு இரு புறங்களிலும் உள்ள இருவேறு இடங்களிலிருந்து அப்பொருளின் தொலைவைக் கணக்கிட்டுப் பின்னர் அதனை அடியாகக் கொண்டு குறிப்பிட்ட அந்த இடத்திலிருந்து அப்பொருளின் தொலைவைக் கணக்கிடுவதுண்டு.

புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து நிலா ஒருவருக்குத் தோன்றும் திசை, புவியின் மையத்திலிருந்து அதைப் பார்க்கும் திசைக்கு மாறுபட்டிருக்கும். இவ்விரு திசைகளுக்கும் உள்ள கோண வேறுபாடு (angular difference). நிலாவின் இடமாறு தோற்றம் எனப் படும்.



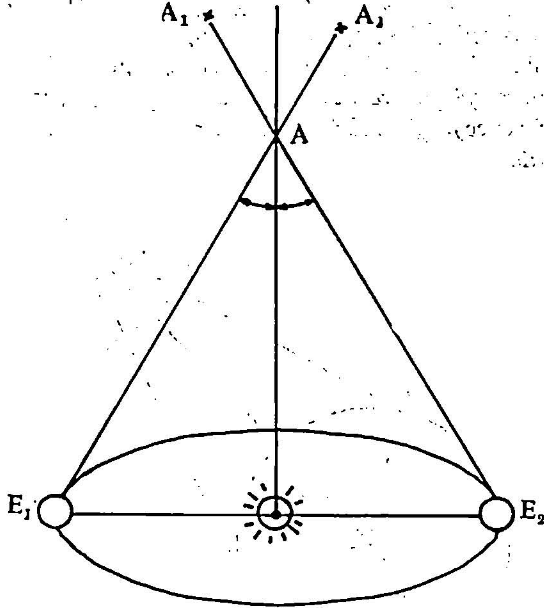
சந்திரனின் இடமாறு தோற்றம்

a, b இடமாறு தோற்றத்தின் கோணங்கள் A புவியின் மேற்பகுதியிலிருந்து நிலாவைக் காணும் இடங்கள் B நிலா. C புவியின் மையம் ∟ABC நிலாவின் இடமாறு தோற்றம்

நிலா புவியின் மையத்திலிருந்து இருக்கும் தொலைவை AC/Sin ∟ABC என்ற வாய்பாடு கொண்டு கணக்கிடலாம். சந்திரன் அடிவானத்திலிருந்து எழுந்துள்ள உயரத்தைப் பொறுத்து அதன் இடமாறு தோற்றம் மாறுபடும். அடிவானத்தில் நிலா இருக்கும்போது அதன் இடமாறு தோற்றம் பெருமமாக இருக்கும். புவியின் வடிவம் சரியான உருண்டை வடிவமாக இல்லாததாலும் இடமாறு தோற்ற அளவில் மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன நிலாவின் சராசரி இடமாறு தோற்றம்

57′2.5″. சூரியனின் இடமாறு தோற்றம் ஏறத்தாழ 8″.8″.

விண்மீன்கள் மிகத் தொலைவில் இருப்பதால் புவியில் இரு இடங்களிலிருந்து நோக்கும்போது அவற்றின் நிலையில் மாற்றம் எதுவும் புலப்படுவ தில்லை. அண்மையில் இருக்கும் விண்மீன்கள், அவற்றினும் மிகத் தொலைவில் இருக்கும் விண்மீன் களைப் பொறுத்தவரை சிறிது நகர்ந்துள்ளனவாகத் தோன்றலாம். எனவே இடமாறு தோற்றத்தைக் கொண்டு அவற்றின் தொலைவுகளைக் கணக்கிட்டு விடலாம். மிக அண்மையில் உள்ள ஆல்பா சென்ட் டாரி என்ற விண்மீனின் இடமாறு தோற்றம் 0.75 நொடிஅளவாகும்.



படம்-3.

புவியானது E_1இல் இருக்கும்போது விண்மீன் A, A_1இல் இருப்ப தாகத் தோன்றும். புவி E_2இல் இருக்கும்போது விண்மீன் A_2 இல் இருப்பதாகத் தோன்றும்.

கொ. சு. ம.

இடருயிர்கள்

உலகில் உள்ள கடல் சார்ந்த நாடுகளில் இடருயிர் (fouling organisms) களும், அவை ஏற்படுத்தும் தொல்லைகள் தொடர்பான ஆய்வும், பொருளா தாரச் சிறப்புக்காரணமாக முதன்மையானவையாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றன. பெரும்பாலான கடல் தாவரங்களும் விலங்குகளும் கடலடியில் மீதுள்ள பாறைகளின் மீது ஒட்டிக்கொண்டோ கரையோர மாகவோ வாழ்கின்றன. இவை செயற்கையான பரப்புகளிலும் நிலைகொள்வதுண்டு. இவ்வுயிர்களில் சில தனித்து நீந்தக் கூடிய இளவுயிர் நிலைகளையோ சிதல்களையோ கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு தனித்து நீந்திக் கொண்டிருக்கும் இளம் உயிரிகள் கப்பலின் அடிப்பகுதி, மிதவைகள், மின் ஆக்க நிலையங் களுக்குக் குளிர்ந்த கடல் நீரை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்களின் உட்புறம், வெளிப்புறம் ஆகியவற்றில் நிலைகொண்டு அவற்றின் செயல்திறனுக்கு இடர் தரும் இவ்வுயிர்கள் இடருயிர்கள் என்றழைக்கப்படு கின்றன. இடருயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிக அள வில் பெருகும் போதும் கடலடியில் படிவுகள் மிகுந்து இடருயிர்களின் இயற்கையான சூழல் குறையும் போதும் இவ்வுயிரிகள் வழக்கத்திற்கு மாறான இடங் களுக்குக் குடிபோவதுண்டு.

பல்வேறு பரப்புகளில் இடருயிர்கள் வாழ்வது பொருளாதார நோக்கில் பெரும் சிக்கல்களை உரு வாக்கும். படகுகள், கப்பல்களில் இடருயிர்கள் உந்துவிசைக்குப் பாதிப்பை ஏற்படுத்திப் பெரும் இழப்பை உண்டு பண்ணுகின்றன. கடலாய்வுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஆழமானி, நீர்ஒலிமானி (hydrophone) போன்ற பல கடலடிக் கருவிகளுக்குச் சேதத்தை உண்டு பண்ணுகின்றன. கடலடியில் செல் லும் குழாய்கள், மின்கம்பிகளின் காப்புக் குழாய்கள் போன்றவற்றில் இடருயிர்கள் அதிக அளவில் வளர் வதால் அவற்றிற்குப் பெரும் இழப்பை ஏற்படுத்து கின்றன. சிலசமயங்களில் இடருயிர்களால் இத்தகைய அமைப்புகள் முழுதுமாக நிலைகுலைந்து விடும்.

வகைகள். தாவர, விலங்கு வகையான இடருயிர் கள் ஏறத்தாழ 2000க்கும் அதிகமான அளவில் இருப் பதாகத் தெரிய வருகிறது. அவற்றில் பாக்டீரியா, பூஞ்சை, டயாட்டம்கள், முதலுயிரிகள், சக்கர நுண்ணுயிர்கள் போன்ற நுண்ணுயிரிகளும், பஞ்சு யிரிகள் குழியுடலிகள், தட்டைப் புழுக்கள், பிரையோ சோவன்கள், குழல்வாழ் புழுக்கள், அம்பிபாட்கள், அலசிகள், மெல்லுடலிகள் போன்ற பெரிய உயிர் களும் அடங்கும். ஒட்டிக்கொண்டு வாழும் இடரு யிர்கள் கடற்கரையின் ஆழம் குறைவான பகுதியில் காணப்படும். இடருயிர்கள் வகையில் பலவகையான பாசிகளும் அடங்கும். அலசிகள் (barnacles) குழல் வாழ் புழுக்கள் (tube worms) பிரையோசோவான் கள், மெல்லுடலிகள், ஆகியவை பெருமளவில் காணப்படுகின்ற இடருயிர்கள் ஆகும். தனித்து நீந்தி வாழக்கூடிய பல விலங்குகளும் இடருயிர்களின் நடுவே வாழ்ந்து வருகின்றன. இவற்றுள் பினாரினே ரியன்கள், நெமர்டைன் புழுக்கள், பல்சுனைப் புழுக் கள் (polychaetes), ஐசோபோடுகள், டெகாபோடு கள், வயிற்றுக்காலிகள், மீன்கள் ஆகியவை முக்கிய மானவை.

முதன்மைப் படலம். நீரினுள் அமிழ்ந்திருக்கும் பரப்பானது நீருக்கு வெளியே வெளிப்படும் போது

அவற்றின் மேல் பாக்டீரியா, டயாட்டம், பாசி விதைகள் போன்றவை கடல்நீரில் கரைந்திருக்கும் கரிம, கனிமப் பொருள்கள், சகதி மணல் ஆகியவற்றுடன் கலந்து படிவதை முதன்மைப் படலம் (primary f''m) என்பர். இது இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். இந்த முதன்மைப் படலம் இடருயிர்களுக்கு மிகவும் இன்றியமையாததாகும். சில இடருயிர்கள் முதன்மைப் படலம் உருவாகாத புதிதாக மூழ்கியிருக்கும் பரப்புகளிலும் காணப்படுகின்றன.

தொடர் வரிசை. இந்த முதன்மைப் படலத்தின் மீது இடருயிர்கள் படிந்து நன்கு வளர்கின்றன. குறிப்பிட்ட சில இனத்தைச் சார்ந்த உயிரிகளின் வளர்ச்சி பலவகை இனங்களின் தொடர்ச்சியைத் தூண்டுகின்றன. இடருயிரி இனங்கள் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்திருக்கும். இந்த உயிரியல் தொடர்வரிசை இடருயிர்களைப் பொறுத்தும் சூழலைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். முதலில் படிந்து வளரும் இடருயிர்கள் பின்னர் வரும் இடருயிர்களின் வளர்ச்சிக்குப் பல வகைகளில் துணை புரிகின்றன. சிலசமயங்களில் தொடர்ச்சியாகப் பல்வேறு உயிரினங்கள் ஓர் இடத்தில் படிவதால் அவ்விடத்தில் முன்னர் படிந்திருந்த உயிரிகள் வேறு இடத்திற்கு மாறிச் செல்லுகின்றன. இது காரணமாகக் குறைந்த வளர்ச்சி வேகமும் நீண்ட ஆயுளும் கொண்ட உச்சநிலைச் சமுதாயம் தோன்ற முடிகிறது.

சூழ்நிலைக் காரணிகள். கடல் இடருயிர்களின் அமைப்பு, அவை படியும் தன்மை, இனப்பெருக்கம், வளர்ச்சி வீதம், பிழைக்கும்திறன் போன்றவை அவை வாழும் இடத்திலுள்ள இயற்கைக் காரணிகளைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. வெப்பநிலை, உப்புத் தன்மை, நீரின் தன்மை, மாசடைதல், கலங்கல், நீரின் அசைவுகள், அடித்தளத்தின் (substratum) அமைப்பு, தன்மை, நிறம், அடித்தளத்தின் மேல்விழும் ஒளியின் அளவு போனறவை குறிப்பிடத்தக்க முக்கியமான காரணிகளாகும்.

பல்வேறு இடருயிரிகளின் புவியியல் பரவலில், வெப்பநிலையின் பங்கு முக்கியமாக உள்ள காரணத்தினால் அது சூழ்நிலைக் காரணிகளுள் முதன்மையானதாகக் கருதப்படுகிறது. இடருயிர்களின் இனப்பெருக்கச் செறிவை வெப்பநிலைக் காரணி கட்டுப்படுத்துகிறது. வெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் வெப்பநிலையால் இடருயிர்களின் இனப்பெருக்கம் தடைப்படுவதில்லை. இடருயிர்களின் தொடர்ச்சியான படிவு, அவற்றின் வளர்ச்சி, இனப்பெருக்கம் போன்றவை வருடம் முழுதும் தொடர்ச்சியாக அமைகின்ற உயர் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்தே நிகழ்கின்றன. இதனால் இந்திய வெப்ப மண்டல நீர்ப்பகுதிகளில் இடருயிர்களின் தொடர்ச்சியான வளர்ச்சி நன்கு காணப்படுகின்றது.

இடருயிர்களின் வளர்ச்சியில் நீரின் உப்புத்தன்மை பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. இடருயிர்களின் எண்ணிக்கை அவை வாழும் நீரின் உப்புத் தன்மையைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். நீரின் உப்புத்தன்மை மிகக் குறையும் போது எண்ணற்ற இடருயிர்களும் அலசிகளும் இறந்து விடுகின்றன. சிலசமயங்களில் இடம் பெயர்ந்து செல்லும் இடருயிர்களின் வளர்ச்சி வீதத்தையும், அவற்றின் இனப்பெருக்கத்தையும் நீரின் உப்புத் தன்மை பெரிதளவில் பாதிக்கின்றது. இதனால் குறைந்த உப்புத்தன்மை உள்ள இடங்களில் இடருயிர்களின் அடர்த்திக் குறைவாக இருக்கும்.

இடருயிர்களைத் தாக்கும் காரணிகளில் மாசடைதல் (pollution) இன்றியமையாததாகும். துறைமுகம் போன்ற அடைபட்ட இட நீர்ப்பரப்புகளில் மாசடைதல் காரணமாக இடருயிர்களின் வளர்ச்சி பெருமளவில் தடைப்படுகின்றது. கப்பல்கள், நிலத்திலிருந்து வடியும் கழிவுப் பொருள்கள், எண்ணெய், தொழிலகக் கழிவுகள் போன்றவை நீரின் தன்மையில் பெரிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. சேறு, கழிவுகள், சிதைவுக் கூளங்கள் போன்றவை இந்தப் பகுதியில் உள்ள நீரில் கலந்திருப்பதால் அவை இடருயிர்களின் மூச்சுறுப்புகளுக்கு (respiratory organs) தீங்கை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள் மேலிருந்து வரும் ஒலியைக் குறைப்பதால் அவை பச்சைத் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றன.

கடலலைகள், ஓதங்கள், நீரோட்டங்கள் போன்றவற்றால் ஏற்படும் நீரின் அசைவுகளும் இடருயிர்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படும் நீரின் அசைவுகளை இடருயிர்கள் தங்கள் உணவுக்காகவும் கழிப்புப் பொருள்களை வெளியேற்றவும் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. மேலும் இளம்உயிரிகள் (larvae) நீரால் வெவ்வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் ஆங்காங்கே இடருயிர்கள் தோன்ற வழி செய்யப்படுகிறது. ஒரே இடத்தில் அடர்த்தியின் காரணமாக ஏற்படும் நெருக்கடி நிலையும் தவிர்க்கப்படுகின்றது. சிலசமயங்களில் நீரசைவுகள் இளம்உயிரிகள் தங்குவதற்கு வசதியற்ற நடுக்கடல் பகுதியை நோக்கி அடித்துச் செல்வதால் அவற்றிற்குத் தீங்கையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

இடருயிர்கள் ஒட்டி வாழும் பரப்பின் தன்மையும் அவற்றின் வாழ்க்கையைப் பாதிக்கக் கூடிய காரணிகளில் ஒன்றாகும். அலசிகளின் இளம் உயிரிகளில் சில ஒளியை விரும்பக் கூடியவையாகும். சில ஒளியைத் தவிர்க்கக் கூடியனவாகவும் காணப்படுகின்றன.

நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன், கார்பன் டை ஆக்சைடு போன்ற வளிமங்களும் ஃபாஸ்ஃபேட், நைட்ரேட்டு போன்ற ஊட்ட உப்புகளும் இடருயிர்களின் வளர்ச்சியில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன.

தடுக்கும் முறை. அலசிகள் கப்பலின் அடிப்பாகத்தில் அடர்த்தியாக வளருவதால் உராய்வுத் தடை

ஏற்பட்டுக் கப்பலின் அசைவைப் பாதிக்கும். கப்பல்களின் அடிப்பகுதியில் உண்டாகும் இடருயிர்களின் அடர்த்தி, கப்பல்களின் வேகத்தைப் பெருமளவில் பாதிப்பதோடல்லாமல் எரிபொருள் செலவையும் அதிகப்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படாத வண்ணம் பாதுகாக்கக் கப்பலின் அடிப்பகுதியில் இதற்குத் தகுந்த பூச்சுகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். 1930 ஆம் ஆண்டில் இவ்வாறு இடருயிர்கள் கப்பலைத் தாக்காதவாறு மெர்க்குரிக் ஆக்சைடு, குப்ரிக் ஆக்சைடு போன்ற நச்சுப் பொருட்கள் கலக்கப்பட்ட அரக்கும் தார்களும் பூசப்பட்டன. இந்தப்பூச்சானது ஏறத்தாழ ஆறு மாதங்கள் கப்பலின் அடிப்பகுதியில் தங்க வரும் இளம் உயிரிகளை அண்டாது பாதுகாக்கும். ஆனால் அதற்குப் பிறகு நச்சுத்தன்மை நீர்த்துப் போவதன் காரணமாகப் பயனற்றுப் போய்விடும். எனவே பின்னர் பாதரசம், செம்பு அல்லது ஆர்செனிக் போன்ற நச்சுப் பொருள்கள் கலந்த பூச்சுகள் தயாரிக்கப்பட்டன. செம்பும் செம்புக் கலப்பு உலோகங்களும் இடருயிர்களின் தாக்குதலை ஓரளவு எதிர்த்துத் தாங்கும் ஆற்றல் கொண்டவை.

மிகை அதிர்வு ஒளி அதிர்வுகளைக் கொண்டு அதிர்ச்சி ஏற்படுத்தி இடருயிர்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துவதில் வெற்றியைக் காணமுடியும். அண்மையில் பரவலாக நெகிழி நெய்வனங்களைப் (plastic paints) பயன்படுத்துகின்றனர். அவற்றில் பாலி ஐசோ பியுட்லீன், வினைல் பசை, இப்ரஸ் ஆக்சைடு என்ற நச்சுப் பொருளும் அடங்கியுள்ளன. இவற்றைக் கொண்டு கப்பலின் அடிப்பகுதியைக் குறைந்தது நான்கு ஆண்டுகளுக்கு இடருயிர்கள் தாக்காத வண்ணம் தூய்மையாக வைத்திருக்க முடியும்.

சி. அந்தோணி பெர்னான்டோ

இடவலச் சமச்சீர்

ஒப்புமை அழிவின்மை விதி என்பது இயல்பு மாறாத எதிர்பலிப்பு (reflection invariance) எனப் படும் கணிதவியல் விதிமுறையாகும். சீரமைவுத் தத்துவத்தின் எதிர்பலிப்பு மாறாக் கொள்கைப்படி எந்தவொரு இயற்பியல் நிகழ்ச்சியின் ஆடிப் படிமமும் (image) அவ் இயற்பியல் நிகழ்ச்சி போன்றே உண்மையானதாகும். ஆடி வழியே தாம் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் உண்மையை அறியாத ஒருவர், எந்தவோர் இயற்பியல் ஆய்வையும் 'காண்பராயின்' ஆய்வின் முடிவில் இருந்து, தாம் ஆடியில் நிகழ்ந்த எதிர்பலிப்பையே பார்த்துக்கொண்டிருந்த அவ் வுண்மையை உணர்ந்து கூறுவதற்கு வழியே இல்லை, இதனையே வேறு வகையாகவும் கூறலாம். அதாவது இடக்கை வகை ஆயத்தொலைவு முறையைப் (left-handed co-ordinates system) பயன்படுத்தினாலும், வலக்கை வகை ஆயத் தொலைவு முறையைப் பயன்படுத்தினாலும், அடிப்படை இயற்பியல் விதிகள் யாவும் அதே கணிதவியல் வடிவைப் பெற்றிருக்கவேண்டும் என்பதாகும்.

நம் அன்றாட வாழ்க்கையில், ஆடியின் வழியே நோக்கும்போது காலங்காட்டும் கருவியின் முள் எதிர்த் திசையில் ஓடுவது போலவும், வலஞ்சுழித் திருகு ஆணி இடஞ்சுழியாகத் திருகுவது போலவும், இரு மனிதர்கள் கை குலுக்கும்போது, அவர்தம் இடக்கைகளைக் குலுக்குவது போலவும், ஒரு மனிதன் வலக்கையால் எழுதுவது இடக்கையால் எழுதுவது போலவும் தோன்றும். இதிலிருந்து இயற்கையில் இடஞ்சுழித் திருகுவகைத் துகள்களோ (left-handed particles) வலஞ்சுழித் திருகுவகைத் துகள்களோ (right-handed particles) இருந்தால் அவை பங்கு பெறும் எந்தவோர் இடையீட்டுச் செயலிலும் இடவலச் சமச்சீர்த் தத்துவம் அழிவுறும் என்று நாம் புரிந்துகொள்ளலாம்.

உயிரியலில் இடஞ்சுழிப் புரோட்டீன்கள். உயிரியல் முறையில் விளைவிக்கப்பட்ட புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் முற்றிலும் இடஞ்சுழித் திருகுவகை அமைப்பைக் கொண்ட அமினோ அமிலங்களிலிருந்து அமைக்கப் பட்டுள்ளன.

பென்சிலின் போன்ற நோய்உயிர்க் கொல்லிகள் (antibiotics) மட்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வலஞ்சுழி அமினோஅமிலங்களைக் கொண்டுள்ளன. அவற்றின் இந்த அமைப்பே அவை பாக்டீரியாக்களுக்குத் தீங்கு விளைவிப்பதற்குக் காரணமாகக் கருதப்படுவதோடு அவை நோய் உயிர்க் கொல்லிகளாகப் பயன்படுவதற்கும் காரணமாகின்றன. வேதியியல் வல்லுநர்கள் வலஞ்சுழிப் புரோட்டீன்களைச் செயற்கை முறையில் விளைவிக்க முடியும். இவை இயற்கைப் புரோட்டீன்களைப் போன்ற அதே வேதியியல் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் ஒரே ஒரு வேறுபாடு உண்டு. அது, ஒன்று மற்றதன் ஆடிப் படிமமாகும். புவியில், இயற்கையானது எப்பொழுதும் ஒரு குறிப்பிட்ட சீரமைவு வகை மூலக் கூறுகளை மட்டுமே விளைவிக்கும்போது, வேதியியல் வல்லுநர்களால் செயற்கையாக இருவகை மூலக்கூறுகளையும் உற்பத்தி செய்ய முடியும். இது மிகவும் விந்தையானது. இயற்கை ஏன் இடஞ்சுழிப் புரோட்டீன் மூலக் கூறுகளை மட்டுமே விரும்பிப் படைக்க வேண்டும்? இதற்கான விளக்கமாக, புவியின்மீது தொடக்கத்தில் இடஞ்சுழி, வலஞ்சுழி ஆகிய இருவகை உயிரினங்களும் தோன்றியிருக்கக்கூடும். அந்நிலையில் ஒருவகை உயிரினங்களும், தாவரங்களும் மற்றவகை உயிரினங்களுக்கும் தாவரங்களுக்கும் நச்சுத் தன்மையுடையனவாய் அமைந்திருக்கக்கூடும். இறுதியில், உயிர் வாழ்வதற்கான போட்டியில் அவற்றுள் ஒருவகை, மற்றதை வென்று நிலைத்திருக்கக்கூடும் என்று கருதப் படுகின்றது.

குவாண்டம் இயக்கவியலில் ஒப்புமை அழியாமை விதி. குவாண்டம் இயக்கவியலைப் புரிந்து கொள்ள இயற்பியல் அடிப்படை விதிகளில் ஒப்புமை அழியாமை விதி மிகவும் பயனளிப்பதாகும். இவ்விதி குவாண்டம் இயக்கவியலின் எல்லாவித இடையீட்டு வினைகளுக்கும் பொருந்துமா என்பது சுவையான தொரு கேள்வியாகும்.

புவியீர்ப்பு, வன், மின்காந்த இடையீட்டுச் செயல்கள், ஆடி எதிர்பலிப்பின்போது மாறாத் தன்மை உடையன என்று இயற்பியல் வல்லுநர்கள் கண்டுணர்ந்துள்ளார்கள். ஆனால் அணுக்கருக்களின் பீட்டாச் சிதைவிலும், அண்டக் கதிரியக்கத்தில் காணப்படும் பல அடிப்படைத் துகள்களின் சிதைவுகளிலும், பலவித இடையீட்டுச் செயல் வினைகளிலும் ஒப்புமை அழியாமை விதி முரண்படுகிறது என்று வல்லுநர்கள் அறுதியிட்டுக் கூறுகிறார்கள்.

நம்மில் பலர் வலக்கைப் பழக்கம உள்ளவர்கள் என்பது இயற்பியல் விதியன்று. இது படிமுறை வளர்ச்சியின் (evolution) தற்செயல் வாய்ப்பாகும் (accident). ஆனால் இயற்பியலில் நியூட்ரினோ இடஞ்சுழிப் பண்புடையது (left-handed neutrino) என்பது விதி. இவ்வாறாயின் நியூட்ரினோ பங்கு பெறும் எந்த இடையீட்டு வினையும் ஒப்புமை அழியாமை விதிக்கு உட்பட்டிராது என்பது தெளிவு.

ஒப்புமைச்செயலி (parity operator). துகள்களின் லூயி தெப்ராலியின் (Louis de Broglie) பருப்பொருளின் அலைப் பண்புக் கொள்கையின்படி, அலையின் மூலம் வரையறுக்கிறோம். ஒவ்வொரு துகளும் ஓர் அலைச்சார்பால் (wave function $\Psi(\bar{r}, t)$ குறிக்கப்பட்டு, அதன் மட்டின் வர்க்கம் $\Psi(r, t)^2$ அத்துகளின் இடம் அல்லது காலக் கூறுகளின் நிகழ்தகவுப் பரவலுக்கு (probability distribution of space time coordinates) விகித சமமாக இருக்கும் என்று கூறப்படுகிறது. துகளின் இட, காலக் கூறுகளைத் உறுதியின்மைக்கொள்கையின் (uncertainty principle) மூலமாகத்தான் புள்ளியியல் வழி வரையறுக்க முடியும்.

ஒப்புமை என்பது அலைச்சார்பின் ஒரு பண்பாகும். ஓர் அலைச் சார்பின் இடக்கூறுகள் எதிர்பலிக்கப்படும்போது, அதாவது $x = -x$; $y = -y$; $z = -z$ ஆக மாறும்போது, அந்த அலைச்சார்பின் மாறும் அல்லது மாறாத் தன்மையை அது குறிக்கிறது. பின் வரும் சமன்பாடுகளை ஆராய்வோம்.

$$\Psi (x\ y\ z) = \Psi\ (-x\ -y\ -z) \qquad (1)$$

$$\Psi (x\ y\ z) = -\Psi\ (-x\ -y\ -z) \qquad (2)$$

அலைச்சமன்பாடு (1) இன்படி, இடக் கூறுகளின் எதிர்பலிப்பின் கீழ் அலைச்சார்பு மாறாதத் தன்மை உடையதாயின் அந்த அலைச்சார்பு குறிக்கும் துகள் இரட்டைப்படை ஒப்புமை (even parity) உடையது கூறுவோம். ஆனால் சமன்பாடு (2) இன்படி, அலைச் சார்பு மாறும் தன்மை உடையதாயின் அத்துகள் ஒற்றைப்படை ஒப்புமை(odd parity)உடையது எனக் கூறுவோம், இவ்விரு சமன்பாடுகளையும் சேர்த்து,

$$P\ (\Psi\ (x\ y\ z)) = p\ \Psi\ (-x\ -y\ -z) \qquad (3)$$

என்று எழுதலாம். இங்கு p என்பது ஒப்புமைச் செயலி(parity operator) எனப்படும். இந்தச் செயலியின் ஐகன் மதிப்பான (eigen value) p என்பது குவாண்டப்படுத்தப்பட்டு $+1$ ஆகவோ -1 ஆகவோதான் இருக்கும். $+1$, இரட்டை ஒப்புமையையும், -1 ஒற்றை ஒப்புமையையும் குறிக்கும்.

ஓர் அணுக்கருவின் ஒப்புமை என்பது, அந்த அணுக்கருவின் வட்டப் பாதைக் கோண உந்தக் குவாண்டம் எண்ணைப் (l-orbital angular momentum quantum number) பொறுத்துள்ளது. $p = (-1)^l$ ஒரு துகள்தொகுதியின் ஒப்புமை அந்தத் தொகுதியின் மொத்த வட்டப் பாதைக்கோண உந்தக் குவாண்டம் எண்ணைப் ($L = \Sigma li$) பொறுத்திருக்கும் $p = (-1)^L$ இவ்வாறாக, ஒப்புமைச் செயலி என்பதனை அலைகளுக்குத்தான் வரையறுக்க முடியும் என அறிகிறோம்.

மென் இடையீட்டு வினையும் பீட்டாச் சிதைவும். கனத் துகள்களின் அழியாமைவிதி இல்லாமலிருப்பின் அண்டத்திலுள்ள பருப்பொருள் யாவும் 1/1000 நொடிக் காலத்திற்குள் எலெக்ட்ரான்களாகவும், நியூட்ரினோக்களாகவும் சிதைவுற்றுவிடும். இது மென் இடையீட்டுவினையின் விளைவாகும். எல்லாத் துகள்களையும் ஒரே வலிமையுடன் தாக்கும் ஒரு பொதுவான நோயாக மென் இடையீட்டு வினையைக் கருதலாம்.இது அடிப்படைத் துகள்களை, இறுதியாக எலெக்ட்ரான்களாகவும், நியூட்ரினோக்களாகவும் மாற்ற முயலுகிறது. இச்சிதைவு எலெக்ட்ரான்களைப் பீட்டாக் கதிர்கள் என அழைப்பது வழக்கம்.

நியூட்ரினோ-எதிர் நியூட்ரினோ. பலவகைப் பீட்டாச் சிதைவுகளில் நியூட்ரினோக்களும், எதிர் நியூட்ரினோக்களும் ஈடுபடுவதால் அவற்றைப் பற்றிய விளக்கம் இன்றியமையாததாகிறது. நியூட்ரினோ என்பது மின்னூட்டமோ ஓய்வு நிறையோ இல்லாத ஒரு துகளாகும். மேலும், நியூட்ரினோவுக்கும் மற்றெந்தத் துகளுக்கும் உள்ள இடையீட்டுவினையானது பதிவு செய்ய முடியாத அளவுக்கு மெலிந்ததாக உள்ளது. 10^{12} நியூட்ரினோக்கள் அடங்கிய ஒரு கற்றையானது புவியை நோக்கிச் செலுத்தப்படின் ஒரு நியூட்ரினோவைத் தவிர மற்றவை யாவும முற்றிலும் பாதிக்கப்படாமல் புவியை ஊடுருவிச் சென்று விடும். கடந்த பல ஆண்டுகளில் பெறப்பட்ட ஆய்வியல், கொள்கையியல் சான்றுகள் எந்த ஓர் அறிவியலாரும் நியூட்ரினோ என்ற ஒரு துகள் இருக்கிறதா என்று வினா எழுப்ப முடியாத அளவுக்கு உறுதி

என வாய்ந்தவையாய் உள்ளன. எதிர் நியூட்ரினோ பங்கு பெறும் கட்டுறா (free) நியூட்ரான் ஒன்றின் பீட்டாச்சிதைவினை விரிவாகக் காணலாம்.

$$N \rightarrow p + e^{-} + \bar{\nu}$$

இச்சிதைவுக்கான அரை ஆயுள் 12 நிமிடங்கள். நியூட்ரான், புரோட்டான் பொருண்மை வேறுபாடு 1.3 மி. எ.வோ.(MEV) ஆகும். எலெக்ட்ரானின் பொருண்மை 0.5. மி.எ.வோ ஆதலால் எஞ்சிய 0.8. மி.எ.வோ. ஆற்றல், பின்னுதைப்பு அணுக்கரு (recoil nucleus), எலெக்ட்ரான், எதிர் நியூட்ரினோ ஆகியவற்றின் மொத்த இயக்க ஆற்றலாக வெளிப்படுகிறது. 0.8. மி எ.வோ. ஆற்றலைச் சிதைவு எலெக்ட்ரானும்,எதிர் நியூட்ரினோவும் அவற்றின் விருப்பப்படி எவ்வகையிலும் பங்கிட்டுக் கொள்ளலாம் என்பது குறிப்பிடத் தக்கது. எனவே, நியூட்ரான் சிதைவுகளில் பெரும் தொகுதி ஒன்றில் சுழி முதல் 0.8 மி.எ.வோ. வரையுள்ளஎந்த இயக்கஆற்றலையும் பெற்றிருக்கக் கூடிய எலெக்ட்ரான்களைக் காணலாம். நியூட்ரான், ஒரு புரோட்டானையும்,ஓர் எலெக்ட்ரானையும் மட்டும் சிதைவுறுத்துமாயின் அந்த எலெக்ட்ரான்முழு இயக்க ஆற்றலாகிய 0.8 மி.எ.வோல்ட்டைப் பெற்றிருக்கக் கூடும்.ஒரு காந்தப் புலத்தில் எலெக்ட்ரான் பாதையின் வளைவு, ஆரத்தை அளவிடுவதால் மதிப்பிடலாம். அத்தகைய ஆய்வுகளிலிருந்து பீட்டாக் கதிர்கள் அவற்றிற்குரிய பெரும இயக்க ஆற்றலை (0.8. மி. எ. வோ.) அரிதாகவே பெற்றுள்ளன எனத் தெரிய வருகிறது. காணாமற்போன இந்த இயக்க ஆற்றலுக்கு என்ன நேர்ந்தது என்ற புதிரே முதன் முதலாக நியூட்ரினோ புதுப்புனைவுக்குக் காரணமாய் அமைந்தது. ஆற்றல் அழியாமை விதிக்கு ஊறு நேராமலிருக்கும் பொருட்டு 1930 ஆம் ஆண்டில் பௌலி (Bowley) என்ற கொள்கையியல் வல்லுநர், கண்டுணர முடியாத, இலேசான, நடுநிலைத் துகள் ஒன்று காணாமற்போன இந்த ஆற்றலைத் தாங்கிச் செல்லலாம் என்று எடுத்துரைத்தார். ஃபெர்மி என்ற வல்லுநர், இத்துகள்கள் பங்கு பெறும் வினைக் கேற்ப இவற்றை நியூட்ரினோ என்றோ, எதிர் நியூட்ரினோ என்றோ கூறலாம் என்றார். இவ்வாறாக, நியூட்ரான் பீட்டாச் சிதைவில் பங்கேற்கும் எதிர் நியூட்ரினோ என்ற அத்தகைய துகள் ஒன்று இருக்கிறதா என்பதைச் சரி பார்ப்பதற்கான மற்றொரு முறை, அதன் உந்தத்தை அளவிடுவதாகும். தனித்த பீட்டாச் சிதைவு ஒன்றின் முகிலறைப் படத்தில் எலெக்ட்ரான் ஆற்றலை அளவிட முடியும். இந்த அளவீடு எதிர் நியூட்ரினோவின் ஆற்றலை மதிப்பிடுவதோடன்றி p=w/c என்ற தொடர்பின் மூலம் அதன் உந்தத்தையும் மதிப்பிடுகிறது. எனவே, எலெக்ட்ரான் உந்தத்தையும் எஞ்சிய அணுக்கருவின் பின்னுதைப்பு உந்தத்தையும் (recoil momentum) அளவிட்டு எதிர் நியூட்ரினோ உந்தத்தைத் தனிப்பட்ட முறையில் மதிப்பிடக் கூடும். எதிர் நியூட்ரினோவின் ஆற்றல், உந்தங்களின் இம்மதிப்பீடுகள் கோட்பாட்டு அடிப்படையில் முன்னுரைக்கப்பட்ட மதிப்புகளுடன் எப்பொழுதும் பொருந்தியிருந்தன. மேலும் நியூட்ரானின் சிதைவில் கிடைக்கும், சுழற்சி ½ கொண்ட மூன்று துகள்களின் சுழற்சிக் கோண உந்தங்களும் சேர்ந்து ½ (h/2π) என்ற மொத்தச் சுழற்சிக் கோண உந்தத்தை அளிப்பதால் எதிர் நியூட்ரினோவின் சுழற்சி (½) ஆகிறது.

இடஞ்சுழி நியூட்ரினோக்கள். ஒரு துகள் சுழற்சியுடையதாயின் அதன் சுழற்சி அது செல்லும் திசையினைப் பொறுத்து இடச் சுழற்சியுடையதா அல்லது வலச் சுழற்சியுடையதா எனக் கண்டு பிடிக்கலாம். ஆனால் நிறை அதிகம் உள்ள துகளுக்கு இதனைத் துல்லியமாக வரையறுக்க முடியாது. ஏனெனில், இத்துகள்கள் ஒளியின் வேகத்தை விட மிகக் குறைந்த வேகத்துடன்தான் செல்ல முடியும். இத்துகளை விடக் குறைந்த வேகத்தில் செல்லும் பார்வையாளர் ஒருவர் அத்துகள் இடச் சுழற்சியுடையது என்று கூறுவர். ஆனால் அத்துகளைவிட அதிக வேகத்தில் சென்று அதைக் கடந்து சென்ற வேறொரு பார்வையாளருக்கு அத்துகள் வலச் சுழற்சியுடையது போலத் தோன்றும்.

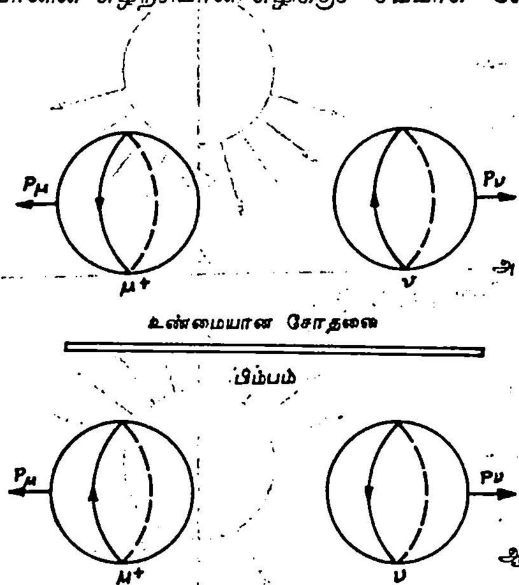
ஆனால் நியூட்ரினோவோ பூச்சியம் நிறையுடையது. எனவே, அது பூச்சியமல்லாத ஆற்றலும், உந்துவிசையும் உடையதாக இருக்கவேண்டுமாயின் அது ஒளியின் வேகத்துடன்தான் இயங்கவேண்டும். எந்தவொரு மனிதனும் ஒளியின் வேகத்திலும் மிகுந்த வேகத்தில் இயங்க முடியாதாகையால், புவியில் உள்ள எல்லாப் பார்வையாளர்களுக்கும் நியூட்ரினோவின் சுழற்சி இடஞ்சுழிப் பண்புடையதாகத்தான் தோன்றும். இது சார்பியல் கோட்பாட்டின்படி, இயற்கையில் இடஞ்சுழி நியூட்ரினோக்கள் மட்டுமே உள்ளன என்ற அடிப்படை இயற்பியல் விதிக்கு அடிகோலியது. இவ்வாறே நியூட்ரினோவின் எதிர்த் துகளான எதிர் நியூட்ரினோ வலஞ்சுழிப் பண்புடையதாய் இருக்கும் என்பதும் விதி.

Q,T புதிர் அல்லது முரண்பாடு. K-மேசான் ஒன்று, இரு பயான் சிதைவு (two pion decay modes), முப்பயான் சிதைவு (three pion decay modes) ஆகிய இரு வகைகளிலும் ஒருங்கே சிதைவுறுவதை ஒப்புமை அழியாமை விதி அனுமதிப்பதில்லை. ஏனென்னில் இவ்விரு சிதைவுகளின் இறுதிநிலை ஒப்புமைக் குவாண்டம் எண்இரட்டைப்படை(even),ஒற்றைப்படையாக(odd) முறையே உள்ளதாகையால், ஒரே K-மேசான்இருவிதி ஒப்புமை உடையதாகிவிடும். இது ஒரு முரண்பாடாகும்.இதனை(- 2π; - 3π) Q,T புதிர் (puzzle) அல்லது முரண்பாடு(paradox) எனக் கூறுவர். இந்த முரண்பாடானது, 1956 இல் டி.டி.லீ (T.D. Lee), சி.என். யாங்

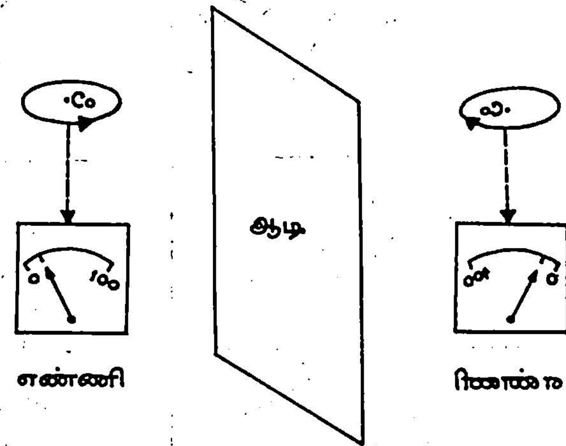
(C.N Yang) ஆகிய இருவரையும் இயற்கையில் வலம், இடம் என்ற இரண்டும் சம அளவில் அமைய வேண்டும் என்ற தன்விளக்க உண்மையைக் (self evident truth) கடுமையாக ஐயுறச் செய்தது. எனவே மென் இடையீட்டுவினைகள் ஒப்புமை அழிவின்மை என்னும் விதிக்கு முரண்படவே செய்கின்றன என லீயும், யாங்கும் எடுத்துரைத்தனர். அவர்களின் கருதுகோளைச் சரிபார்ப்பதற்கான சில குறிப்பிட்ட ஆய்வுகளையும் அவர்கள் எடுத்துரைத்தனர். அவ்வாய்வுகளுள் முதன்மையானவை π^+ மேசானின் சிதைவும் கோபால்ட் 60 இன் பீட்டாச் சிதைவும் ஆகும்.

π^+ மேசான் சிதைவு. $\pi^+ \to \mu^+ = \nu$ சிதைவு மேன் இடையீட்டு வினைகளின் விளைவாய் நிகழ்கிறது. சிதைவு மியூயான்களும் நியூட்ரினோக்களும் அவற்றின் இயக்கத் திசையினைப் பொறுத்து முன் மதிக்கப்பட்ட சுழற்சித் திசையைப் பெற்றிருக்கக் கூடும் என லீயும், யாங்கும் எடுத்துரைத்தனர். இது உண்மையான இயல்பு மாறா எதிர்பலிப்பு மீறப்படும் என நாம் நிறுவ முற்படுவோம். ஒரு –துகளின் சுழற்சியை அதன் -நடுவரைத் தளத்தில் (equatorial plane) அதன் இயக்கமாகக் குறிப்பிடுவதாகக் கொள்வோம். அம்முறையில் துகள்கள் சுழலும் கோளங்களாகக் குறிக்கப்படும். லீயும், யாங்கும் π^+ இன் சிதைவு, (படம் 1 a) இல் உள்ளது போலத் தோன்றும் என எடுத்துரைத்தனர். μ^+ , ν ஆகியவற்றின் சுழற்சிகளின் தொகுபயன் தொடக்கத் துகளான பயானின் சுழற்சியான சுழிக்குச் சமமாக வேண்டுமாதலால் அவை படத்திலுள்ளதைப் போல எதிர்த் திசைகளில் சுழலவேண்டும். படம் (1a), படம் (1a) இன் ஆடிப் பிம்பமாகும். ஆடியில் கோணங்கள் எதிர்ப்போக்காகச்சுழல்வது போலத்தோன்றுவதைக் காணலாம். படம் 1 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிலை முதன் முதலில் 1957 இல் சைக்ளோட்ரானால் விளைவிக்கப்பட்ட மியூயான்களைக் கொண்டு பதிவு செய்யப்பட்டது. படம் 1(b) இல் காட்டப்பட்டுள்ள ஆடிப்பிம்ப ஆய்வு ஒரு போதும் நிகழ்வதில்லை. இவ்வாறாக, ஒப்புமை அழியாமை விதி ஐயத்திற்கிடமின்றி மீறப்பட்டுள்ளது என அறிகிறோம். எனவே, நியூட்ரினோக்கள் எப்போதும் இடஞ்சுழிச் சுழற்சியுடனேயே வெளித்தோன்றுகின்றன.

கோபால்ட் - 60 இன் பீட்டாச் சிதைவு. லீயும், யாங்கும் கோபால்ட் 60 இன் பீட்டாச் சிதைவு ஆய்வைப் பின்வருமாறு செய்து பார்க்கலாம் என்று கூறினார்கள். அதாவது இருவேறு ஆய்வுக் கலங்களை (ஒன்று மற்றதன் ஆடிப்படிமமாக (படம் 2) இருக்கக்கூடிய) எடுத்துக்கொண்டு ஆய்வுகளின் முடிவை எண்ணியின் (counter) மூலம் காணலாம் என்றார்கள். இவ்வாய்வு, ஒப்புமை அழிவின்மை விதிக்குக் கட்டுப்பட்டால், படத்தில் இரு பக்க எண்ணிகளிலும் ஒரே விதமான எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை காணப்படும். கோபால்ட் -60 அணுக் கருக்கள் சுழற்சி உடையனவாகையால், அவை சுழலும்போது இயல்பான நிலையில் (normal state



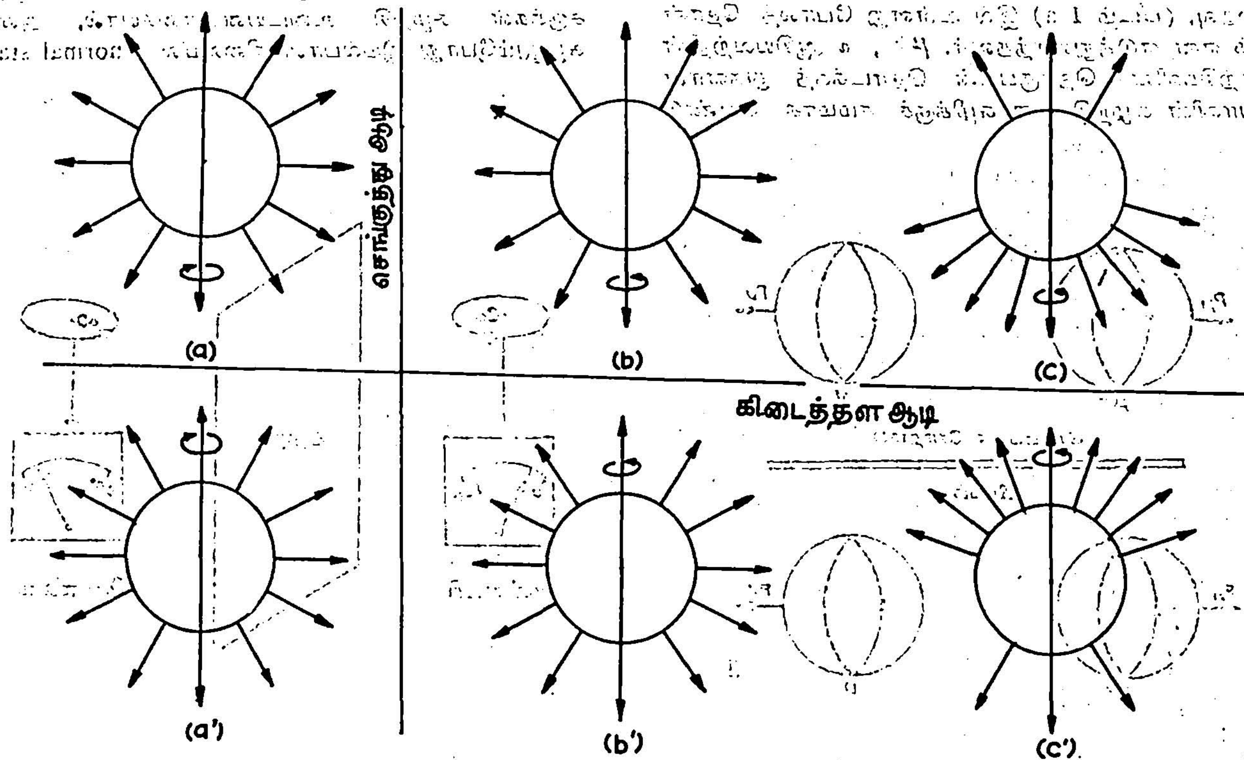
அ. π^+இன் சிதைவு. ஆ. π^+இன் சிதைவின் அடிப்பக்கம்



படம் 2. பீட்டாச்சிதைவில் ஒப்புமை அழியாமை விதியின் முரண்பாட்டுச் சோதனை

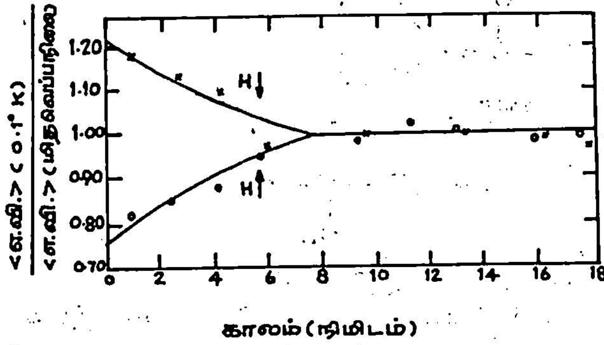
or ground state) ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட கோண உந்தத்துடன் இருக்கின்றன. அணுக்கருக்களின் வெப்ப இயக்கத்தினால், அவற்றின் சுழற்சி எல்லாத் திசைகளிலும் இருக்கும். எலெக்ட்ரான்களும் எல் லாத் திசைகளிலும் வெளியேறும். காந்தப்புலம், அணுக்கருக்களின் காந்தத்திருப்புதிறனை (**magnetic moment**) மாற்றும் குணமுடையது. ஆகையால் கோபால்ட் -60 அணுக்கருக்களை மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் (0.1K) ஒரு காந்தப் புலத்தினுள் வைத்தால், அதன் எல்லா அணுக்கருக்களின் சுழற்சி களும் ஒரே திசையில் முனைவுபடுத்தப்பட்டு விடும் (polarized). இவ்வாறாக முனைவுபடுத்தப்பட்டபின் அது வெளிவிடும் எலெக்ட்ரான்கள் எந்த ஒரு சார்புத் திசையிலாவது (preferential direction) வெளியிடப் படுகின்றனவா என்று கண்காணிக்க வேண்டும். இப்படி ஒரு குறிப்பிட்ட சார்புத் திசையில் எலெக்ட் ரான்கள் வெளிப்படுத்தப்பட்டால், அதன் ஆடி எதிர்பலிப்பு ஆய்வில் எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்த் திசை யில் சார்பாக வெளியிடப்படும். இவ்வாறில்லாமல், எலெக்ட்ரான்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் வெளிப் படுத்தப்பட்டால், அதன் ஆடிப் படிம ஆய்விலும் இவ்வாறே எல்லாத் திசைகளிலும் வெளிப்படுத்தப் படும் படம் (3) ஐக் காண்க. நடுவில் உள்ள வட்டம் கோபால்ட்-60 இன் மாதிரியைக் குறிக்கிறது. அம்புக் குறிகள் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படும் திசைகளை யும், வட்ட அம்புக்குறி அணுக்கருச் சுழற்சித் திசை யினையும் குறிக்கின்றன.

படம் (a) யில் வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் எந்தவொரு சார்புத் திசையிலும் இல்லாமல் எல்லாத் திசைகளிலும் சமவியல்புடையவையாய் (isotropic) இருக்கின்றன. படம் (b) இல் அணுக்கருக்களின் சுழற்சித்திசை படம் (b) இலிருந்து 180° சுழன்றுள் ளது. எலெக்ட்ரான் வெளிப்பாடு சம இயல்புடையது. படம் (b), படம் (a)இன் நேர்குத்து ஆடி எதிர்பலிப் புப் படிமம் படங்கள் (a'), (b') ஆகியன முறையே R படங்கள் a, b ஆகியவற்றின் கிடைத்தள (horizontal) ஆடிப்பிரதிபலிப்புப் படிமங்களாகும். இவற்றில் எலெக்ட்ரான்கள் சமஇயல்பு வெளிப்பாடு அடை கின்றன. ஆனால் அணுக்கருக்களின் சுழற்சித் திசை கள் படங்கள் (a'), (b') உள்ளவை. படங்கள் (a) (b)க்குத் தலைகீழாக உள்ளன. படங்கள் (a), (a'); (b), (b'); (a), (b); (a'), (b') இவற்றில் ஒன்று மற்றொன்றின் ஆடிப் படிமமாகும். இவை இடவலச்



படம் 3

சமச்சீர் உடையன. படம் (C) ஐ நோக்கினால், எலெக்ட்ரான்கள் அணுக் கருச் சுழற்சித் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் அதிக அளவில் வெளிப்படுகின்றன என்பது தெரியும். அதன் படிமத்தில், படம் (C'), எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருச் சுழற்சித் திசையில் அதிக அளவில் வெளிப்படுகின்றன. ஆய்வின் முடிவும், ஆடி ஆய்வின் முடிவும் வெவ்வேறாக உள்ளன. எனவே, கோபால்ட்-60 இன் பீட்டாச் சிதைவு ஒப்புமை அழியாமை விதிக்குக் கட்டுப்பட்டதன்று என்பது தெளிவு.



படம் 4

லீ, யாங்கின் கற்பித ஆய்வை, 1957 இல் C.S. வூ என்ற ஆய்வு வல்லுநரும், மற்றவர்களும் ஆய்வுக் கூடத்தில் செய்து பார்த்தார்கள். வூ வின் ஆய்வு முடிவு படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இப்படம், காந்தப் புலத்தின் திசையிலும் (இத்திசையில் அணுக் கருக்களின் சுழற்சி வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது) அதன் எதிர்த் திசையிலும் வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கையைக் காட்டுகிறது. இதிலிருந்து கோபால்ட்-60 இன் பீட்டாச் சிதைவில் ஒப்புமை அழியாமை விதி பின்பற்றப்படவில்லை என்று தெளிவுறத் தெரிகிறது.

ஒப்புமை அழியாமை விதி மென் இடையீட்டுச் செயல் பங்குபெறும் வினைகளில் மீறப்படலாம் என்று முதன் முதலில் லீயும், யாங்கும் உலகிற்கு எடுத்துரைத்ததால் அவர்களுக்கு 1967 இல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

இவ்வாறாகக் கோட்பாட்டியல் வல்லுநர்களும், ஆய்வியல் வல்லுநர்களும் ஒப்புமை அழியாமை விதி இயற்கையின் சில வினைகளில் முரண்பட்டு நிற்கிறது என உறுதியாகக் கூறுகிறார்கள்.

கே. பிரேமா

நூலோதி

1. Shcholhin, K.I., Physics of the Micro World Mir Publishers, Moscow, 1974.
2. Lee. T.D., Yang. C.N., Question of Parity, Conservation in Weak Interactions, Physics Rev. 104, 1956.
3. Lee. T.D., Yang. C.N., Parity Non-conservation & a Two Component Theory of the Neutrino, Physics Rev. 105, 1957.
4. Wu. C.S., Ambler, Haywood Hopper & Hudson. Experimental Test of Parity Conservation in B, Decay, Physics Rev. 105, 1957.
5. Wu. C.S., Parity Experiments in B Decay, Rev. Mod. Phy. 31, 1959.

இடவலம்புரி நடுநிலையாக்கல்

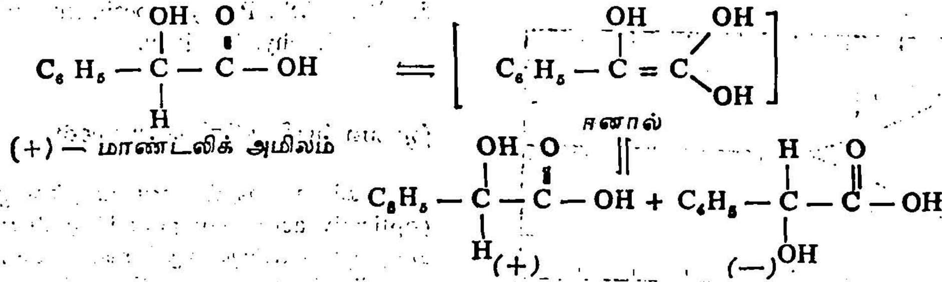
ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள ஒரு சேர்மத்தை (optically active compound) ஒளிசுழற்றும் தன்மையற்ற இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக (racemic modification) மாற்றுவதே இடவலம்புரி நடுநிலையாக்கல் (racemisation) அல்லது சுழிமாய்க் கலவையாக்கல் எனப்படும். இம்மாற்றத்தின் போது, எடுத்துக்கொண்ட ஒளிசுழற்றும் தன்மை கொண்ட சேர்மத்தின் பாதியளவு அதன் எதிர்பலிப்பு வடிவமாக (enantiomer) மாற்றம் அடைகிறது.

இம்மாற்றம் வடிவமாற்றுருவின் (geomelric isomer) நிலைப்புத்தன்மை, வெப்பநிலை, பயன்படுத்தும் வேதிக்காரணி ஆகிய பல காரணங்களைப் பொறுத்தது. சில ஒளிசுழற்றும் மாற்றுருக்கள் (isomers) நிலைப்புத் தன்மையற்றவை. அவை இடவலம்புரி நடுநிலைகளாகத்தான் இருக்க முடியும். சில மாற்றுருக்கள் நிலைப்புத் தன்மை அதிகம் உடையவை. இரு எதிர் பலிப்பு வடிவங்களையும் சமஅளவில் கலந்தால் தான் அவற்றை இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக்க முடியும். சில சேர்மங்களைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலம் போன்ற வேதிவினைப் பொருள்களைக் கொண்டு இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக்கலாம். சில மாற்றுருக்கள் தாமாகவே இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக மாறக்கூடியவை (autoracemisation). எடுத்துக்காட்டாக, d-டார்ட்டாரிக் அமிலத்தை (d-tartaric acid) ஒரு மூடப்பட்ட குழாயில் வைத்து வெப்பப்படுத்தும் போது dl- கலவையாக (dl-mixture) மாறுகிறது. l-லாக்டிக் அமிலத்தை (l-lactic acid) எரிசோடாவுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும் பொழுது dl-கலவையாகிறது. (+)ஃபினைல்புரோமோ அசெட்டிக் அமிலத்தைப் பென்சீன் கரைப்பானில் கரைத்துச்

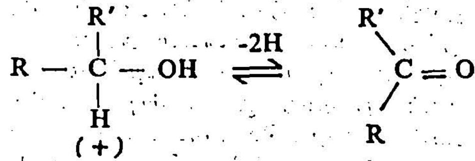
இயல்பான வெப்பநிலையிலேயே நீண்டநேரம் வைத்திருந்தால் தானாகவே அது இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக மாறுகிறது.

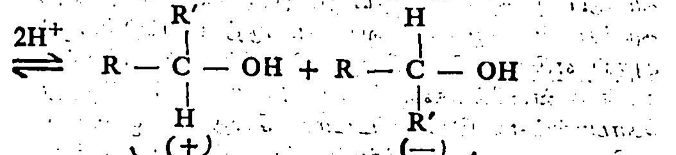
இம்மாற்றத்தை விளக்கப் பலவினை வழிகள் (mechanisms) உள்ளன. ஒவ்வொரு வினை வழியும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைச் சேர்மங்களுக்குப் பொருந்துமேயன்றி அனைத்துச் சேர்மங்களுக்கும் பொருந்தாது.

எடுத்துக்காட்டாக,(+) மாண்டலிக் அமிலத்தைச் (mandelic acid) சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு நீர்மக் கரைசலுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் கிடைக்கும் இடவலம்புரி நடுநிலைக்கலவை இயங்கும் சமநிலை (tautomerism) முறையில் ஈனால் மூலமாக நடைபெறுகிறது.

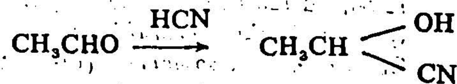


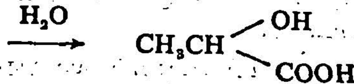
சமச்சீர்மையுள்ள ஈனால் வடிவம் (symmetrical and form) மீண்டும் சமச்சீர்மையற்றதாக (unsymmetrical) போது, (+), (—) ஆகிய இரு வடிவங்களும் உண்டாவதற்கான வாய்ப்புச் சமமாதலால் இடவலம்புரி நடுநிலைக்கலவை ஏற்படுகிறது மேற்கண்ட வினை முறை சரியெனில் கார்போனைல் தொகுதிக்கு அருகில் உள்ள சீர்மையற்ற கரியணுவில் ஒருஹைட்ரஜன் அணு இணைந்திருக்க வேண்டும். இல்லையெனில் மேற் கூறிய இயங்கும் சமநிலை நடைபெற இயலாது. ஆகவே இடவலம்புரி நடுநிலைக்கலவையும் ஏற்பட



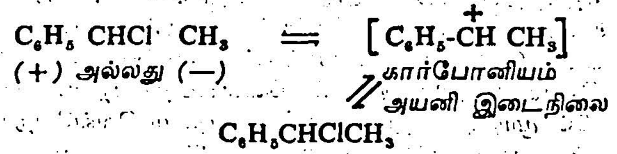


முடியாது. உண்மையில் ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக மீத்தைல் தொகுதி பதிலீடு செய்யப்பட்ட மாண்டலிக் அமிலம் (C_6H_5C (OH) (CH_3) COOH), இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையை மேற்கண்டவாறு உண்டாக்குவதில்லை.





இயங்கு சமநிலை ஏற்பட இயலாத பல சேர்மங்களில் நிகழும் இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக்கல் மாற்றும் கார்போனியம் அயனி இடைநிலை (carboniumiun intermediate) மூலம் விளக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஆல்ஃபாக்குளோரோ எத்தில்பென்சீன் (+) அல்லது (—) மாற்றுரு நீர்மச் சல்ஃபர் டை ஆக்சைடில் கரைக்கப்பட்டால் இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாக மாறுகிறது.



(+), (—)-இடவலம்புரி நடுநிலைக்கலவை

இம்மாற்றத்தின்போது உண்டாகும் கார்போனியம் அயனி இடைநிலைத் தள அமைப்பு (planar structure) உடையது; சமச்சீர்மையுடையது (symmetric) எனவே இது மீண்டும் Cl^- அயனியுடன் இணையும் போது (+), (—) ஆகிய இரு வடிவங்களும் சம அளவில் தோன்ற வாய்ப்பு இருப்பதால் இடவலம்புரி நடுநிலைக்கலவை உண்டாகிறது.

ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள பல ஈரிணையை ஆல்கஹால்கள் (seondary alcohols) சோடியம் அல்காக்சைடுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது நிகழும் இடவலம்புரி நடுநிலையாக்கல் முறையை ஹைட்ரஜன் நீக்கம் (dehydrogenation) மூலமாக விளக்கலாம்.

ஆய்வுக் கூடங்களிலும், தொழில் துறையிலும் இடவலம்புரி நடுநிலையாக்கலுக்குப் பல பயன்கள் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு குறிப்பிட்ட ஒளி சுழற்றும்தன்மையுள்ளசேர்மத்தைத்தயாரிக்கும்போது அதன் தேவையற்ற மற்றொரு மாற்றுருவை இடவலம்புரி நடுநிலையாக்கல் மூலம் பிரித்து எடுக்கலாம்.

ஒளி சுழற்றும் தன்மையில்லாச் சேர்மங்களிலிருந்து ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள சேர்மம் தயாரிக்கும்போது பெரும்பாலும் இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையாகவே நிகழும். எடுத்துக்காட்டு: அசெட்டால்டிஹைடிலிருந்து லாக்டிக் அமிலம் தயாரித்தல்

dl- கலவையிலிருந்து பின்னர் d-,l- மாற்றுருக்களை தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கலாம்.

எஸ். நாகராஜன்

நூலோதி

Finar I.L., Organic Chemistry, Vol 1, Fourth impression, ELBS, London, 1982.

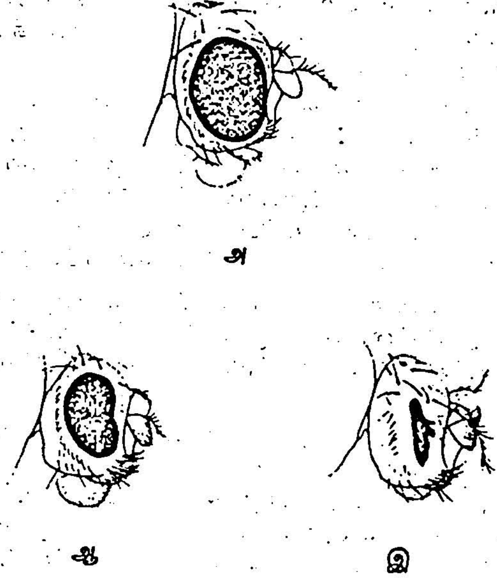
இட விளைவு

குரோமோசோம்களில் (chromosomes) மரபணுக்கள் (genes) வரிசையாக அமைந்துள்ளன. இவ்வாறு அமைந்துள்ள மரபணுக்களின் இடமாற்றத்தால் ஏற்படும்பண்பு மாற்றங்கள், இட விளைவு (position effect) அல்லது இருப்பிடவிளைவு எனப்படும்.

மணிச்சர அமைப்புக் கொள்கை. (bead hypothesis). அனைத்து உயிரினங்களிலும் பண்புகள் மரபுவழியாகச் செல்வது அவற்றின் செல்களில் உள்ள குரோமோசோம்களின் வழியாக நடைபெறுகிறது. உயிரிகளின் பண்புகள் ஒவ்வொன்றும் மரபணுக்களால் உருவாக்கப்படுகிறது; குரோமோசோம்களில், மரபணுக்கள் வரிசையாக, பலநிற மணிகள் கோத்த ஒரு சரம் போல இணைந்து காணப்படுகின்றன. மணிச்சரத்தில் உள்ள மணிகளைப் போன்றே இந்த மரபணுக்கள் தனித்தன்மை உடையவை; அவை ஒன்றையொன்று எந்த விதத்திலும் பாதிப்பதில்லை; இந்த மரபணுக்கள் குரோமோசோம்களில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நீள் வரிசையில் இணைந்துள்ளன.

இந்தமரபணுக்களில் அவ்வப்போது, பலகாரணங்களால், மூலக்கூற்று அமைப்பு மாற்றங்கள் ஏற்படுவதால் புதியமாற்றமடைந்த மரபணுக்கள்தோன்றுகின்றன. இத்தகைய மாற்றங்களால் இவை உருவாக்கும் பண்புகளிலும் மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன; இம் மாற்றங்கள் எதிர்பாராத வகையில்ஏதோ ஒருசில மரபணுக்களில் மட்டுமேதோன்றுகின்றன. இதுபோன்ற மாற்றங்கள் நிலையான தன்மையைக் கொண்டுள்ளமையால் மாற்றமடைந்த நிலையிலேயே பின்வரும் தலைமுறைகளுக்கும் செல்கின்றன. இவ்வாறு மரபணுக்களில் திடீரெனத் தோன்றும் மாற்றங்கள் திடீர் மாற்றங்கள் (mutations) எனவும், அவற்றின் விளைவாகத் தோன்றிய மாறுபட்ட உயிரிகள் திடீர்மாறிகள் (mutants) எனவும்பெயரிட்டப்பட்டன. இத்தகைய கருத்துக்களின் அடிப்படையில் குரோமோசோம்கள், மரபணு மணிச்சரங்கள் என்ற முக்கியமான மரபியல் கொள்கை தோன்றியது. பண்புகள் மரபு வழிச் செல்வதற்கும், புதிய பண்புகள் அடுத்தடுத்துத் தோன்றும்போது புதிய உயிரினங்கள் உருவாவதற்கும் இக்கொள்கை அடிப்படை விளக்கமாக அமைந்தது.

பழஈக்களின் கண்களின் வடிவம். டுரோசோஃபிலா மெலனோகேஸ்ட்டர் (drosophila melanogaster) என்ற பழஈக்களில் (fruit flies) ஸ்டர்ட்டிவான்ட், மார்கன் (sturtevant & morgan) என்ற மரபியல் அறிஞர்கள் நடத்திய ஆய்வுகளின் விளைவாக, இந்த மணிச்சரக் கருத்துக்கு மாற்றுக் கருத்தொன்று உருவாகியது.



படம் 1. கண்வடிவப் பண்பு ஜீன்களும் கண் வடிவங்களும் அ. வட்டக்கண் ஆ. பட்டைக்கண் இ. கோட்டுக்கண்.

பழஈக்களின் கண்வடிவம் இயல்பாக வட்டமாக இருக்கும் (படம் 1 அ). சில தலைமுறைகளில் திடீரெனக் குறுகிய நீண்ட பட்டை போன்ற கண்களுடைய ஈக்கள்சில தோன்றின (bar eyes) (படம் 1 ஆ). இந்தப் புதிய பண்பு தோன்றுவதற்குக் காரணம் கண்வடிவத்தை உருவாக்கும் மரபணுக்களில் ஏற்பட்ட திடீர்மாற்றமே என்று கருதப்பட்டது. இதுபோன்ற பட்டைக்கண் ஈக்கள் தொடர்ந்து பட்டைக்கண் ஈக்களையே தோற்றுவித்தன. இருப்பினும் அவற்றுள் சில, அதாவது 1600 ஈக்களில் ஒன்று என்ற விகிதத்தில், முன்னர் இருந்தது போன்றே இயல்பான வட்டக் கண்கள் பெற்றிருந்தன. இன்னும் சில ஈக்கள் (மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அதே விகிதத்தில்) மிகக் குறுகிய கோடுபோன்ற மற்றொரு வகைக் கண்களைக் (double bar or ultra bar eyes) கொண்டிருந்தன (படம் 1 இ). மீண்டும் தோன்றிய வட்டக்கண் இயல்பிற்கு மீள்வுத் திடீர்மாற்றம் (reverse mutation) எனவும், புதிதாகத் தோன்றிய கோட்டுக்கண் மற்றுமொரு புதிய திடீர்மாற்றம் (new mutation) எனவும் கருதப்பட்டன.

ஆனால் ஸ்டர்ட்டிவான்ட்டும் மார்கனும் நடத்திய ஆய்வுகளும், பழஈக்களில் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பி

களில் காணப்படும் பெருங்குரோமோசோம்களின் (giant chromosomes) அமைப்பும் வேறுவகையான விளக்கத்திற்கு வழிவகுத்தன. அதைக் கீழ்க்காணு மாறு விளக்கலாம்.

பழஈக்களில் கண்வடிவக் காரணியான ஜீன்கள், பால் சார்ந்த X குரோமோசோம்களில் அமைந்துள் ளன. ஆண் பழஈக்களில் ஒரு X குரோமோசோமும், பெண்ஈக்களில் இரண்டு X குரோமோசோம்களும் உள்ளன. மாறிய புதிய கண் அமைப்புகள் பெரும் பாலும் பெண் ஈக்களிலேயே காணப்படுகின்றன.

இயல்பான வட்டக்கண் மரபணுக்களைவிட மாறியபட்டைக்கண் ஜீன்கள் ஓங்கியவை (dominant); அவற்றைவிடக் கோட்டுக் கண் மரபணுக்கள் ஓங்கி யவை.

ஓர் இணை ஒத்த குரோமோசோம்கள் (homologous pair of chromosomes) ஒவ்வொன்றிலும் கண் வடிவப் பண்பிற்கான இயல்பான மரபணு ஒன்று மட் டும் இருந்தால் அது வட்டக்கண்களை உருவாக்குகிறது (படம் 1 அ). ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் இரண்டிரண்டு மரபணுக்களாக அல்லது ஒன்றில் இரண்டும் அடுத்ததில் ஒன்றுமாகஇருந்தால் பட்டைக் கண்கள் உருவாகின்றன (படம 1 ஆ). இவ்வாறன்றி ஒன்றில் மூன்று மரபணுக்களும் மற்றொன்றில் ஒரு மரபணுவும் இருந்தால் அந்த நிலை கோட்டுக் கண் களை உருவாக்கும் (படம் 1 இ).

பட்டைக் கண் பழஈக்கள் இனப்பெருக்கம் செய்கையில், அவற்றுள் சிலவற்றில் பழைய இயல் பான வட்டக் கண்கள் மீண்டும், வேறுபாடு ஏது மின்றி, தோன்றுவதால் கண்வடிவ மரபணுக்களின் உள்ளமைப்பில் எந்தவிதமான மாற்றமும் ஏற்பட வில்லை என்பது தெளிவாகிறது. மேற்கூறியப்படி, மூன்று விதமான கண்வடிவ மரபணுக்களின் அமைப் பை, அந்தந்த ஈக்களின் உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி குரோமோ சோம்களில், நுண்ணோக்கிகள் மூலம் நேரடியாகப் பார்த்து, வட்டக் கண்கள் ஒரு மரபணுவினாலும், பட்டைக் கண்கள் இரண்டு மரபணுக்களாலும், கோட்டுக் கண்கள் மூன்று மரபணுக்களாலும் உரு வாகின்றன என்பதைக் கண்டறிய முடிகிறது.

இந்த நிலை உருவாக, குன்றல் பிரிவின்போது (meiotic division) ஒத்த குரோமோசோம்கள் இணைந்து பிரிகையில் (synapsis and separation) அவற்றிடையே நிகழும் பிளவு (break), குறுக்கெதிர் மாற்றம் (crossing over) மாறிச் சேர்தல் (recombination) எனும் செயல்களே காரணம் என்பது கண்டறிப்பட்டது. இரண்டிரண்டு மரபணுக்களை உடைய இணை குரோமோசோம்கள் இணைந்து பிரியும் போது, பிளவும் குறுக்கெதிர் மாற்றமும் நேர் நேராக ஏற்படாமல், சற்றுச் சாய்வாக ஏற்படுமா வால், மாறிச் சேரும்போது ஒரு குரோமோசோமில் மூன்று மரபணுக்களும், அடுத்த குரோமோசோமில் ஒரு மரபணுவும் அமைந்துவிடுகின்றன.

எனவே, கண்வடிவ மாற்றங்கள் முறையான மரபணு அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றத்தால் நிகழ்வன அல்ல.X குரோமோசோம்களில் கண்வடிவப் பண் பைக் கட்டுப்படுத்தும் மரபணு இடத்தில் (locus) உள்ள மரபணுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது என்பது தெளிவாகிறது. இவ்வாறு குரோமோசோம களில் மரபணுக்களின் இடத்தில் ஏற்படும் மாற்றங் களால் உருவாகும் விளைவுகளை இடவிளைவு என் கின்றனர்.

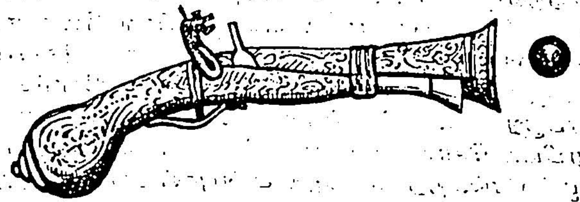
மு. இராஜேந்திரன்

நூலோதி

1. Burns, G.W., The Science of Genetics, Macmillan, New York, 1976.
2. Hartman, P.E., & Suskind, S.R., Gene Action, Prentice-Hall, New Jersey, 1969.
3. Hexter, W., & Yost, H.T., The Science of Genetics, Prentice-Hall of India, New Delhi, 1977.
4. Srb, A.M., Owen.R.D., & Edger, R.S., General Genetics, W.H.Freeman, San Francisco, 1980.
5. White House, H.L.K., The Mechanism of Heredity, ELBS, London, 1973.

இடித்துப்பாக்கி

சில நூற்றாண்டுகள் முன் வரை வழக்கத்திலிருந்த ஒரு துப்பாக்கி வகையே இது. இதன் வாய் அகல மானது. இதன் முன்புறத்தில் அமைந்த வாயின் வழியே பல குண்டுகளை இட்டு நிரப்புவார்கள். துப்பாக்கியைச் சுட்டால் குண்டுகள் வெளியேறி நாற் புறமும் சிதறும். ஆகையால் இலக்கு அருகிலிருந்தால் இக்குண்டுகளிற் சில, அதைத் தவறாது தாக்கும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் குழாயின் பின்புறத்திலிருந்து குண்டை உள்ளே



இடித்துப்பாக்கி

போடும் துப்பாக்கி வழக்கத்திற்கு வந்ததும். இது வழக்கத்திலிருந்து மறைந்தது.

இடிதாங்கி, கட்டிட

வளிமண்டலம் கொந்தளிப்பாக உள்ளபோது, மின்சாரம் கொண்ட மேகங்களிலிருந்து திடீரென ஏற்படும் வலிமையான மின்பாய்ச்சலின் காரணமாகத் தோன்றும் பேரொளி மின்னல் என்றும் இதன் விளைவாக உண்டாகும் பேரொலி இடி என்றும் வழங்கப்படும். மின்னலின் போது மின்சாரம் கொண்ட மேகங்களிடையே நிலவும் மின்னழுத்தம் 25 கோடி வோல்ட்டு அளவிற்கும், மின்னோட்டம் 80 ஆயிரம் ஆம்பியர் அளவிற்கும், மின்னலின் திறன் 16,000 மெகாவாட் அளவிற்கும் இருக்கும். ஆனால் மின்சாரம் பாயும் நேரம் சுமார் 10 மைக்ரோ நொடி அளவே இருக்கும். எனவே மின்னலின் (இடியின்) ஆற்றல் சுமார் 55 கிலோவாட்-மணி அளவு இருக்கும். ஆக மின்னலின் (இடியின்) ஆற்றல் குறைவு எனினும், அது நிகழும் காலம் மிக மிகக் குறைவாக இருப்பதால் பேராபத்து விளைகிறது.

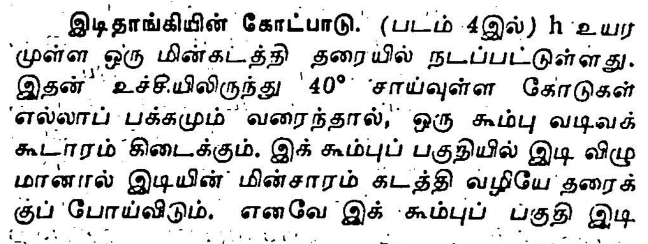
இடியின் வகைகள். இடிகளில் நேரிடி (A-வகை) என்றும், தூண்டப்பட்ட இடி (B-வகை) என்றும் இருவகை உள்ளன.

படம் 1. நேர் இடி

நேரிடி. படம் 1 காண்க. மின்சாரம் கொண்ட ஒரு மேகம் உயரமான கட்டிடம் முதலியவை மீது மின்சாரத்தைத் தூண்டுகிறது. மேகத்திற்கும் கட்டிடத்திற்கும் இடையே மின் தகைவு (electric stress) மிகும்போது இவற்றிற்கிடையிலுள்ள வளிமண்டல அணுக்கள் மின்னணுவாகிக் காற்றுவழியே கட்டிடத்தின் மீது மின்சாரம் பாய்கிறது. இது நேரிடியாகும்.

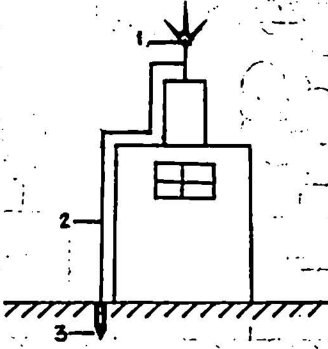
தூண்டப்பட்ட இடி. இது ஒரு நேரிடியால் தூண்டப்பட்டு உண்டாவது. படம் 2 இல் மின்சாரம் கொண்ட மேகங்கள் 1, 2 இவற்றினிடையே உண்டாவது நேரிடி. இதனால் தூண்டப்பட்டு மின்சாரம் கொண்ட மேகம் 3, சற்றும் காலம் தாழ்த்தாமல் கட்டிடத்தின்மீது பாய்கிறது. இது தூண்டப்பட்ட இடியாகும். இவ்வாறே படம் 3 இல் மின்சாரம் கொண்ட மேகங்கள் 1, 2 இவற்றினிடையே ஏற்படும் இடி நேரிடியாகும். இதனால் தூண்டப்பட்டு, மின்சாரம் கொண்ட மேகம் 2 இற்கும் கட்டிடத்திற்கும் இடையே ஏற்படும் இடி தூண்டப்பட்ட இடியாகும். தூண்டப்பட்ட இடி, நேரிடி போலன்றி எவ்வித விதிக்கும் உட்படுவதில்லை. எனவே ஒரு கட்டிடத்தில் இடிதாங்கி அமைக்கப்பட்டிருந்தாலும் அல்லது கட்டிடத்தின் அருகில் உயரமான மரம் இருந்தாலும் அவற்றையெல்லாம் புறக்கணித்துவிட்டு, இந்த இடி தரையில் கூட இறங்கும். எனவே இவ்வகை இடி நம்ப முடியாதது; மிகவும் ஆபத்தானது. இத்தகைய இடியால் அமெரிக்காவில் உள்ள எம்பயர்ஸ்டேட் கட்டிடம் பலமுறை தாக்கப்பட்டுள்ளது.

படம் 2, 3. தூண்டப்பட்ட இடி



படம் 4. இடிவீழ் கூம்பு

இடிதாங்கியின் கோட்பாடு. (படம் 4இல்) h உயரமுள்ள ஒரு மின்கடத்தி தரையில் நடப்பட்டுள்ளது. இதன் உச்சியிலிருந்து 40° சாய்வுள்ள கோடுகள் எல்லாப் பக்கமும் வரைந்தால், ஒரு கூம்பு வடிவக் கூடாரம் கிடைக்கும். இக் கூம்புப் பகுதியில் இடி விழுமானால் இடியின் மின்சாரம் கடத்தி வழியே தரைக்குப் போய்விடும். எனவே இக் கூம்புப் பகுதி இடி



படம் 5. கட்டிட இடிதாங்கி

1. காற்று மறிப்பான் 2. கீழ்க் கடத்தி 3. நில மின்முனை

தாக்காத பாதுகாப்பான பகுதியாகும். இவ்வாறே படம் 5 இல் கூர்மையான நுனியுள்ள ஒரு மின்கடத்தி (உலோகக் கம்பி) ஒரு கட்டிடத்தின் உச்சியில் நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இது காற்று மறிப்பான் (air interceptor) எனப்படும். மின்சாரம் கொண்ட மேகம் கட்டிடத்தின் மேல் வரும்போது, அது காற்று மறிப்பான் வழியாகப் பாயும். காற்று மறிப்பானின் அடிப்பாகத்திலிருந்து, ஒரு மின் கடத்தியை இணைத்து, அதன் மற்றொரு முனையை, கட்டிடத்தினின்றும் சற்றுத் தூரத்தில் அமைக்கப்பட்ட நில மின்முனையுடன் (earth electrode) இணைத்துவிட வேண்டும். காற்று மறிப்பானுக்கும், தரையிணைப்புக்கும் இடையிலுள்ள கடத்தி, கீழ்க்கடத்தி (down conductor) எனப்படும். மேகத்திலுள்ள மின்சாரம் கட்டிடத்தின் வழியே பாய்ந்து அதனைச் சேதப்படுத்தாமல் காற்று மறிப்பான், கீழ்க்கடத்தி மற்றும் தரைமின்வாய் வழியே தரைக்குப் போய்விடும். சுருங்கச் சொன்னால், மேகத்தில் சேரும் மின்சாரம் கட்டிடத்தின் வழியே தரைக்குப் பாய்ந்து கட்டிடத்தைச் சேதப்படுத்தாமல், சிறந்த மின்கடத்தியாலான காற்று மறிப்பான், கீழ்க்கடத்தி, தரைமின்முனை இவற்றின் வழியே மின்சாரம் தரைக்குள் செல்ல ஒரு மாற்றுப் பாதை அமைத்துக் கொடுக்கிறோம். இதுவே இடிதாங்கியின் கோட்பாடு ஆகும். காற்று மறிப்பானின் உச்சியிலிருந்து 45° சாய்வுள்ள கோடுகள் வரைந்தால், கட்டிடம் முழுதும் இச்சாய்வுக் கோடுகளுக்குள் அமையும் வண்ணம் காற்றுமறிப்பானின் உயரத்தை அமைத்துக் கொள்ளலாம்; அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காற்று மறிப்பான்களை, 15 முதல் 23 மீட்டர் இடைவெளியில் அமைத்துக் கொள்ளலாம். கட்டித்திற்குமேல் காற்றுமறிப்பான் குறைந்தது 30 செ.மீ. உயரமாவது இருக்க வேண்டும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காற்று மறிப்பான்கள் இருப்பின், அவற்றை மின்கடத்திகளால் (உலோகக் கம்பிகளால்) வலை போல நன்கு இணைக்க வேண்டும்.

இடிதாங்கிக்கான பொருள்கள். காற்று மறிப்பான், கீழ்க்கடத்தி மற்றும் தரைமின்முனை ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுத்த செம்பு சிறந்த உலோகமாகும். எஃகுக்கம்பியைச் சுற்றிலும் செம்புக் கம்பிகளை வைத்துப் பற்றுவைத்துச் செய்யப்படும் மின்கடத்தி, செம்பு உறைபோர்த்த எஃகு(copper clad steel) எனப்படும். இதனையும் இடிதாங்கியில் பயன்படுத்தலாம் துத்தநாக முலாம் பூசப்பட்ட எஃகினையும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் உப்பங்காற்று அல்லது அரிப்புத் தன்மைகொண்ட வளிமங்கள் உள்ள பகுதிகளில் இதனைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. செம்பைவிட அலுமினியம் மலிவானது. எனவே 99% தூய்மையான அலுமினியத்தைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இது அரிக்கப்படாமல் இருக்க தக்கதொரு மேற்பூச்சுக் கொண்டிருக்க வேண்டும். அலுமினியத்தைத் தரைக்கு அடியிலோ சுவரைத் தொட்டபடியோ பயன்படுத்தக் கூடாது. இவ்வாறே பல புரிகளைக் கொண்ட கம்பியையும் (multi strand wire) தரைக்கு அடியில் பயன்படுத்தக் கூடாது.

100 ச.மீ. வரை அடிப்பரப்புள்ள கட்டிடங்களுக்கு ஒரு கீழ்க்கடத்தி நிறுவலாம். ஆனால் குறைந்தது இரண்டு இருப்பது நல்லது. 100 ச.மீ. பரப்பிற்கு மேற்பட்டால், ஒவ்வொரு 300 ச.மீ. பரப்பிற்கும், அல்லது அதன் பகுதிக்கும் கூடுதலாக ஒரு கீழ்க்கடத்தி நிறுவப்பட வேணடும். கீழ்க்கடத்திகள் கட்டிடத்தின் வெளிச்சுவர்களைச் சுற்றி, ஒன்றுக் கொன்று சமதூரத்தில் இருக்கவேண்டும். கீழ்க்கடத்திகளில் வளைவு, ஒடிவு, கண்ணிகள் முதலியவை இருக்கக்கூடா. இவையன்றி நேரான பாதையில் தரையிணைப்பிற்குச் செல்ல வேண்டும். கீழ்க்கடத்தி, தக்க பாதுகாப்புக் கொண்டிருக்க வேண்டும். கூரையிலிருந்து மழைநீர் செல்லும் இரும்புக் குழாய் போன்றவற்றுடன் இது இணைக்கப்படலாம். ஆனால் இரும்புக் குழாய்க்கு உள்ளே இது செல்லக் கூடாது.

இடிதாங்கியின் இணைப்புக்களில் அரிப்பு ஏற்படாமல், தார் பூசப்பட்ட துணியால் நன்கு மூடிக் கட்டித், தாரைப் பூச வேண்டும். ஒவ்வொரு கீழ்க்கடத்திக்கும் தனித்தனியே தரையிணைப்பு இருப்பது நலம். தரையிணைப்புக்கள் கட்டிடத்தின் ஒரேபக்கம் அமையாமல், கட்டிடத்திற்கு வெளியே எதிர் எதிர்த் திசைகளில் சமச்சீராக அமைய வேண்டும்.

கட்டிடத்தில் உள்ள மின் கம்பிகளுக்கு இணையாக இடிதாங்கி அமையக்கூடாது. அப்படிச் செல்ல நேர்ந்தால் குறைந்தது 2 மீ. இடைவெளி இருக்க வேண்டும். மின் கம்பியும் இடிதாங்கியும் ஒன்றை ஒன்று தொடாமல் செங்குத்தாக அமையலாம். கட்டிடத்தில் உள்ள உலோகத்தாலான தொட்டிகள், குழாய்கள், மாடிப்படிகள், போன்றவை இடிதாங்கியிலிருந்து 2 மீ. தொலைவில் இருக்க வேண்டும்.

தீப்பற்றக் கூடிய கூரையுள்ள கட்டிடங்களில் தீ விபத்தைத் தவிர்க்க இடிதாங்கி அமைப்பு, கூரை

யிலிருந்து குறைந்தது 30 செ.மீ. தொலைவில் மின் காப்புப்பொருளால் கட்டிடத்துள்மழைநீர் நுழையா மல் தாங்கப்பட வேண்டும்.

வெடிப்பொருள் சேமிப்புக் கிடங்குகள். இக்கட்டி டங்களிலிருந்து 15 மீட்டர் தொலைவிற்குள் கொடிக் கம்பம், மின்கம்பம் போன்ற மின்கடத்தி எதுவும் இருக்கக் கூடாது. இக்கட்டிடத்திற்கு நிலத்தடி மின் வடம் (underground cable) மூலமே மின்னிணைப்பு இருக்கவேண்டும். இக்கட்டிடத்திற்கு வரும் தண்ணீர்க் குழாய் போன்றவை சுமார் 150 மீட்டர் தொலை விற்குப் பல இடங்களில் தரையிணைப்புச் செய்யப் பட வேண்டும். இக்கட்டிடத்திற்குள் இருக்கும் உலோகப் பகுதிகள் அனைத்தும் ஒன்றுக்கொன்று மின் கடத்தியால் இணைக்கப்பட்டுக் குறைந்தது இரண்டு இடங்களிலாவது தரையிணைப்புச் செய்யப் பட வேண்டும்.

உயரமான, ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காற்று மறிப்பான்களை அமைத்து, கட்டிடம் முழு தும், பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிக்குள் இருக்கும்படி 7மீ முதல் 10 மீட்டர் இடைவெளியில் குறுக்கும் நெடுக் குமாக மின்கடத்திகளைப் பந்தல் அமைப்பது போல் அமைக்க வேண்டும்.

மரங்களுக்கு இடிதாங்கி. வரலாற்றுச்சிறப்புமிக்க மரங்களை இடி தாக்காவண்ணம் இடிதாங்கி அமைப் பதுண்டு. மரத்தைச் சுற்றி, இரு மின் கடத்தும் வளையங்களை, சற்று இடைவெளியில் புதைத்து ஒன்றோடொன்று நன்கு இணைக்கப்பட வேண்டும். மரத்தின் நடுத் தண்டின் உச்சிக்கு மேலே காற்று மறிப்பான் அமைத்துத் தரை இணைப்புடன் இணைக் கப்படவேண்டும். மரத்தின் முக்கிய கிளை ஒவ் வொன்றுக்கும் காற்றுமறிப்பான் அமைத்து, நடுத் தண்டிலிருந்து வரும் முக்கிய கீழ்க்கடத்தியுடன் அவை இணைக்கப்படவேண்டும்.

நீண்ட கம்பி வேலிகள். நீண்ட கம்பி வேலிகளில் ஓரிடத்தில் இடி தாக்கினாலும் வேறிடத்தில் வேலி அருகில் வரும் உயிர்கட்கு ஆபத்து நேரும். இதைத் தவிர்க்க வேலியில் 300 மீட்டருக்கொருமுறை, 60 செ.மீ. அகல இடைவெளி விடவேண்டும். இந்த இடைவெளியை மரம் போன்ற மின்காப்புப் பொரு ளாலான கதவால் அடைக்கலாம். எப்போதும் ஈரம் இருக்கும் தரையாக இருந்தால் 150 மீட்டருக்கு ஒரு முறையும் ஈரமற்ற தரையாக இருந்தால் 75 மீட்ட ருக்கு ஒரு முறையும், வேலியைத் தரையிணைப்புச் செய்ய வேண்டும்.

சோதித்தல். சாதாரண கட்டிடங்களின் இடி தாங்கிகள் ஆண்டுக்கு ஒரு முறையும் வெடிப்பொருள் சேமிக்கும் கட்டிடங்களின் இடிதாங்கிகள் ஆறுமாதத் திற்கு ஒரு முறையும் சோதிக்கப்பட வேண்டும். உச் சியிலிருந்து தரை இணைப்பு உட்பட இடிதாங்கி அமைப்பின் மொத்தத் தடை 10 ஒமிற்குக் குறை வாக இருக்கவேண்டும். இத்தடை அதிகமாக இருக்க, தரை மின்முனை முக்கிய காரணமாகும். எனவே தரை மின்முனையின் தடையைக் குறைக்க வேண்டும்.

ஒரு கட்டிடத்திற்கு இடிதாங்கி அமைக்க அவ் விடத்தின் இடிபற்றிய புள்ளி விவரங்களை அறிய வேண்டும். பொருளாதார அடிப்படையில் ஆதாய மற்ற தென்றாலும், வெடிப்பொருள்கள் உள்ள கட்டிடங்களுக்கு இடிதாங்கிகள் அவசியமாகும். இடி இடிக்கும்போது வீடு, பேருந்து, தொடர் வண்டி, (train) முதலியவற்றிற்குள் உயிரினங்கள் இருப்பது பாதுகாப்பானது. இடியின்போது, வீட்டில் புகை போக்கி, தொலைபேசி, தண்ணீர்க்குழாய், மின்சாத னங்கள் இவற்றிலிருந்து விலகி இருக்கவேண்டும். வீட்டிற்கு வெளியில் இருந்தால் தனித்த மரத்தடியில் இருப்பதை விட, மரக்கூட்டத்தினடியில் இருப்பது ஓரளவு பாதுகாப்பானது. அல்லது வெட்டவெளி யில் இருக்கலாம். இடியின்போது நீரில் இருப்பது, இருப்புப்பாதை, மற்றும் இரும்புவேலி இவற்றின் அருகே இருப்பது அல்லது உயர்ந்த குன்றின் உச்சி யில் இருப்பது ஆபத்தானவை.

கு. நல்லதம்பி

இடிமின்னல்

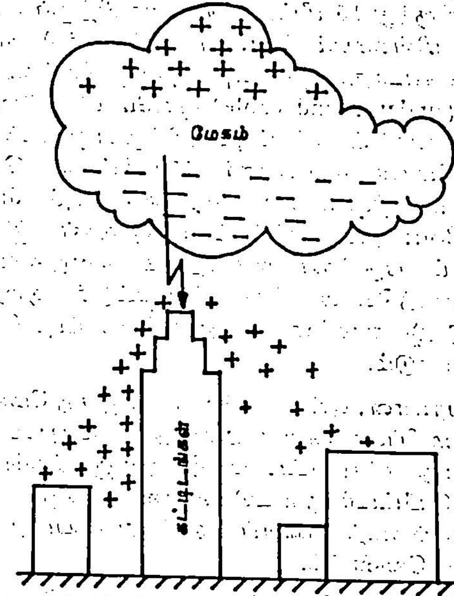
வானத்தில் மேகக் கூட்டங்கள் அதிகரித்துக் கருக்க ஆரம்பிக்கும் போதும் மழை பெய்யும்போதும் கண் ணைப் பறிக்கும் மின்னலுடன் இடியோசை ஏற்படு கிறது. இடியும் மின்னலும் வான மண்டலத்தில் நிகழும் அதிகமான மின்சாரப் பாய்ச்சலின் விளைவு களாகும். உண்மையில் இடியும் மின்னலும் வெவ் வேறானவை அல்ல. மின்சாரம் பாயும்போது இரண் டும் ஒரே சமயத்தில் வெளிப்படுகின்றன. மின்னூட் டம் பெற்ற மேகம் (charged cloud) கணநேரத்தில் அதிகமான மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சுகிறது. இதனால் வெப்பம் அடைந்த காற்று திடீரெனப் பெரும் ஒலி யுடன் விரிவடைவதால், அது இடி முழக்கமாகக் கேட்கிறது. இடியோசை ஒலி அலைகளாக வருவ தால் மின்னலை நாம் கண்டதற்குப்பின் சிறிது நேரம் கழித்து அது நம் காதுகளை எட்டுகிறது.

மேகங்கள் மின்னூட்டம் பெறுதல். காற்றில் நீர்த் திவலைகள் அடங்கிய மேகக் கூட்டம் நகர்ந்து செல்லும்போது மேகமானது மின்னூட்டம் பெறு கிறது. மேகத்திலுள்ள நீர்த்திவலைகள் காற்றில் உராயும்போது மேகத்தின் மேற்பகுதி நேர் அயனி (positive ions) மின்னூட்டம் கொண்டும் கீழ்ப்பகுதி எதிர் அயனி (negative ions) மின்னூட்டம் கொண் டும் இருக்கும். பொதுவாகக் காற்றில் ஒரு செ. மீ. இல் 1000 நேர் அயனிகளும் அதற்குச் சமமான எதிர் அயனிகளும் உள்ளன. புவியில் இயற்கையாய் அமைந்துள்ள மின்புலம் மேகத்திலுள்ள மழைத்

துளிகளை முனைவாக்குகிறது (polarization). புவி யின் மேற் பகுதியான வடதுருவம் (north pole) மழைத் துளியின் கீழ்ப் பகுதியை நேர் ஊட்டமாக வும் (positive charge) மேற்பகுதியை எதிர் ஊட்ட மாகவும் தூண்டுகிறது. இவ்வாறு ஊட்டம் பெற்ற மழைத்துளி மேகத்தில் கீழ்நோக்கி வேகமாக நகரும் போது துளியின் கீழ்ப்பகுதி நேர் அயனிகளை எதிர்த்தாலும் எதிர் அயனிகளைத் தன்பால் ஈர்க் கிறது. இவ்வாறு அதிகமாக மேகத்தின் கீழ்ப் பகுதிக்கு வரும் நீர்த்துளிகளும் எதிர்மின்னூட்டம் பெறுகின்றன. மேகத்தின் அடிப்பகுதி எதிர் மின்னூட்டம் பெறுவதால் புவியின் மின்புலத்தால் மேகத்தின் மேற்பகுதியிலுள்ள துளிகள் நேர் மின்னூட்டம் பெறுகின்றன. அத்துடன் மெதுவாகக் கீழ்நோக்கி நகரும் நீர்த்துளிகள் எதிர்கொள்ளும் நேர் அயனிகளை ஈர்க்கின்றன. இவ்வாறு நேர் ஊட்டம் பெற்று இத்துளிகள் மேகத்தின் மேல்பகுதி யில் தங்குகின்றன.

மேகத்தில் ஊட்டங்களின் பிரிப்பு அளவுக்கு அதிகமாகும்போது இடைப்பட்ட காற்று மின்கடத் தும் தன்மையை அடைவதால் மேகத்திற்கும் புவிக் கும் இடையிலும் அல்லது அருகருகே உள்ள இரு மேகங்களுக்கிடையிலும் மின்னல் ஏற்படுகிறது.

மின்னல் பாய்வின் வகைகள். மின்னலைப் பற்றிப் பல அறிவியல் அறிஞர்கள் ஆய்வுகள் பல நடத்தி அதன் தன்மைகளை விளக்கியுள்ளார்கள். மின்னல், A வகைப் பாய்வு (A stroke) மற்றும், B வகைப் பாய்வு (B stroke) என்று இரு வகையாக நிலத்தில் மின்னிறக்கம் (discharge) செய்கிறது. A வகை மின்னல் பாய்வு மேகத்திற்கும், புவியிலுள்ள உயர மான கட்டடங்கள் கோபுரங்களுக்கும் இடையில் (படம் 1) நிகழ்கிறது. இந்த வகையில் புவிக்கு அருகில் நகரும் மேகம் புவியின் பரப்பில் கம்பளி விரித்தாற் போன்று மின்னூட்டத்தைத் தூண்டுகிறது. மேகம் நகரும்போது பூமியின் மேல் அதன் நிழல் போன்று தூண்டப்பட்ட நேர்ஊட்டமும் நகர்கிறது. உயர மான கட்டடங்கள் கோபுரங்கள் மேலும் மின்னூட் டம் நகரும்போது மேகத்திற்கும் கட்டடத்திற்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு குறைவதோடு மின்னழுத் தத்திறன் அளவும் அதிகரிக்கிறது. இதனால் நிலை மின் அழுத்தம் (electrostatic - stress) அதிகரித்து. இடைப்பட்ட காற்று மிக வேகமாக மின்சாரம் பாய்வதற்கு ஏற்றபடி அயனியாக்கப்பட்டு மேல் நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. படிப்படியாக, ஆனால் அதி விரைவில் மேகத்திற்கும் கட்டடத்திற்கும் இடைப்பட்ட காற்றின் மின்தடை குறைந்து மேகம் தன் மின்னூட்டத்தை நொடியில் கட்டடத்தை நோக்கிப் பாய்ச்சுகிறது. A வகை மின்னல் தாக்குதல் நிகழலில் சிறிது கால தாமதம் ஏற்படுவது இயற்கை, அப்படி நிகழும்போது தாக்கும் மேகத்தின அண்மை யிலுள்ள கூரான, உயரமான கட்டடம், மரம் அல்லது தூண் நோக்கியே பாயும். A வகைத் தாக்கு தல் இரண்டு மேகங்களுக்கிடையேயும் நிகழலாம்.

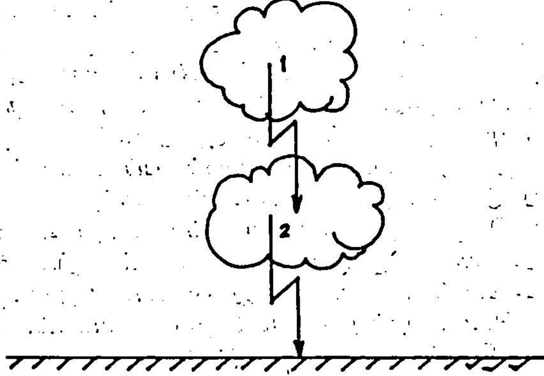


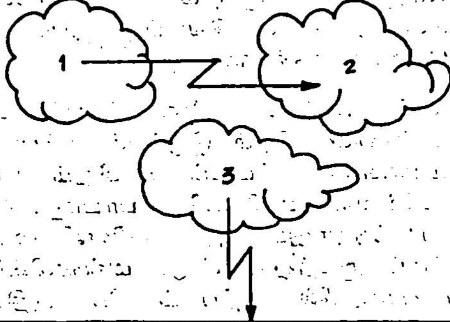
படம் 1.

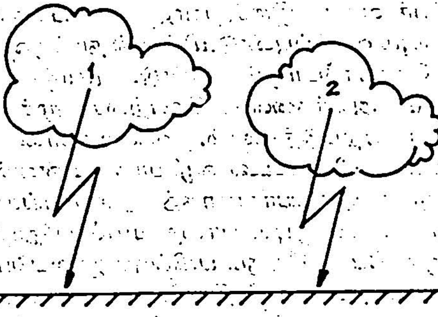
A வகை மின்னல் பாய்வு

B வகை மின்னல் தாக்குதல் A வகைத் தாக்கு தலைக் காட்டிலும் அதிகக் கேடு விளைவிக்கக்கூடியது இவ்வகை மின்னல் தாக்குதல் திடிரென நிகழக் கூடியது. இம்மின்னல் தரையை நோக்கிப் பாயும் போது உயரமான கோபுரம் கட்டடம் எனப் பார்க் காது எங்கு வேண்டுமானாலும் பாயும். B வகை மின்னல் தாக்குதல் என்பது அதற்கு முன் நிகழ்ந்த A வகை மின்னல் தாக்குதலினால் தூண்டப்பட்டு நிகழ் வதாகும். மேலும் கீழுமாக உள்ள இரு மேகங்களுக் கிடையில் (படம் 2அ) A வகை மின்னல் பாய்வு நிகழ்ந்தவுடன் கீழேயுள்ள மேகத்திலிருந்து புவியை நோக்கி B வகைக் தாக்குதல் ஏற்படுகிறது. இந்த B வகைத் தாக்குதலில் உயரமான கட்டடம் அல்லது அதன்மேல் அமைக்கப்பட்ட இடிதாங்கியைக் குறித் தேதான் பாயும்.

இந்த மின்னல் தாக்குதல்கள் எந்தவித மினவிதி களுக்கும் (electric laws) பணியாமல் எங்கு வேண்டு மானாலும் பாயலாம். முதலில பக்கவாட்டிலுள்ள 1,2 என்ற மேகங்களுக்கிடையில் படம் 2ஆ வில் காட்டியுள்ளது போன்று A வகைத் தாக்குதல் நடை பெறுகிறது. உடனே கீழேயுள்ள 3 ஆவது மேகத்தில் ஊட்டம் தூண்டப்பட்டுக் கணநேரத்தில் எங்கு வேண்டுமானாலும் பாயத் தொடங்குகிறது. இது மேகத்திற்கும் புவிக்கும் இடையில் குறுகிய இடை







படம் 2

வெளியையும் பார்ப்பதில்லை; இடைப்பட்ட காற்று அயனியாக்கப்பட்டு மின்தடை குறையும்வரை காத்திராமல் இடிதாங்கியையும் புறக்கணித்து விட்டுப் பாய்கிறது. இரண்டு மேகங்கள் தனித் தனியே புவியை நோக்கி மின்னலைப் பாய்ச்சும் போது (படம் 2 இ) ஒன்றில் A வகைப் பாய்வு நிகழும். இதனால் மின்னூட்டம் தூண்டப்பட்டு இரண்டாம் மேகத்தில் இருந்து பூமியை நோக்கி B வகைப் பாய்வு ஏற்படலாம். அப்படி B வகைப் பாய்வு நிகழும் போது புவியில் உயரமான பகுதி என்று பார்க்காது. எங்கு வேண்டுமானலும் பாய்கிறது.

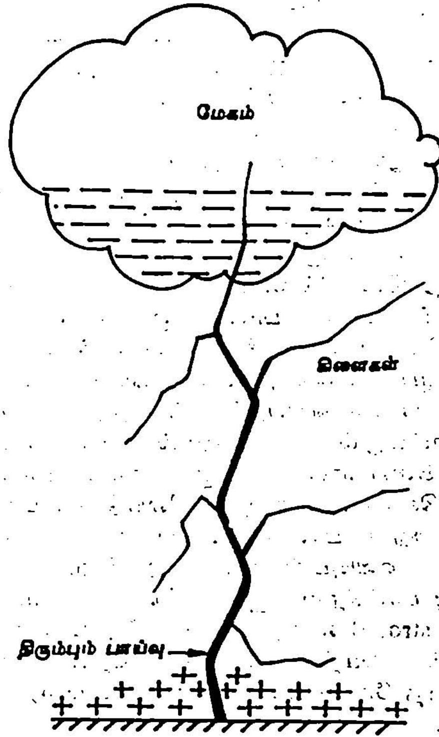
மின்னலின் இயற்பியல். மின்னூட்டம் பெற்ற மேகத்தின் அடிப்பகுதியில் எதிர்மின்னூட்டம் பொதிந்திருப்பதோடு புவியின் மேற்பரப்பில் இதனால் நேர்மின்னூட்டம் தூண்டப்படுகிறது. மேகத்திலும் புவியிலும் உள்ள ஊட்டங்கள் எதிர் எதிர் வகையைச் சார்ந்தவையாதலால் ஒரு கவர்ச்சி ஆற்றல் ஏற்படுகிறது. மேகம் நகரும்போது இக்கவர்ச்சி ஆற்றலினால் புவியின் மேலுள்ள நேர்ஊட்டமும் மேகத்தின் நிழல் போன்று கட்டடங்கள் மேலும் மரங்களின் மேலும் படர்கிறது. இடைவெளி குறைந்த இடத்தில் மேகத்திலிருந்து புவியை நோக்கி மின்பாய்வுக்காகப் பாதை ஒன்று ஏற்படுகிறது, மேகத்தின் மின்னழுத்த அமுக்கத்தால் தாக்குதல் நிகழும் பாதை முதலில் அயனியாக்கப்படுகிறது. பாதையை அயனிப்பதற்கு மேகத்திலிருந்து சிறிது மின்னூட்டமும் கீழே இறங்குகிறது. அப்போது கிளை கிளையாகப் பிரிந்து துணைப் பாதைகளும் ஏற்படுகின்றன. பாதை புவியைத் தொட்டவுடன், புவியிலிருந்து பாதை வழியே கண்ணைக் கூசச் செய்யும் ஒளியுடன் மேகத்தை நோக்கி ஒரு தீப் பிழம்பு பாய்கிறது. இதனையே திரும்புப் பாய்வு (return stroke) என்று கூறுவர். இது பாதை வழியே புவியின் மேற்பரப்பிலுள்ள நேர்மின்னூட்டம், மேகத்தை நோக்கிப் பாய்வதால் (படம் 3) ஏற்படுவதாகும்.

பொதுவாக மேகத்தினால் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்தின் அளவு கிட்டத்தட்ட 25 கோடி (25,00,00,000) வோல்ட்டுகளாகும். மின்னலின் போது பாயும் மின்சாரத்தின் அளவு ஏறத்தாழ 80,000 ஆம்பியர்களாகும். இவ்வளவு அதிக மின்சாரமும் ஒரு நொடிக்கும் மிகக் குறைவான காலத்தில் அதாவது 10^{-5} நொடிக்குள்ளாகப் பாய்ந்து விடுகிறது. எனவே, மின்னாற்றல் (electric power) $25\times10^7\times8\times10^4\times10^{-3} = 2\times10^{10}$ கிலோ வாட்டு என்றிருந்தாலும் 10^{-5} நொடிக்குள்ளாக மின்னல் பாய்ந்து விடுவதால் மொத்த மின்னாற்றல்

$$\frac{2 \times 10^{10} \times 10^{-5}}{60 \times 60} = 55.6$$

கிலோ வாட் மணிகளே(kilo watt hour)ஆகும். அதாவது நாம் வழக்கத்தில் குறிப்பிடும் 50 அலகு மின் ஆற்றலாகும். சில சமயங்களில் மேகத்தின் பிற பகுதிகளில் உள்ள எதிர் ஊட்டங்கள் பழைய அயனிப் பாதையைப்பயன்படுத்தி விட்டுவிட்டு மின்னல் தாக்குதல்களைப் பாய்ச்சுகின்றன. இது ஒரு நொடியின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கிலிருந்து அரை நொடி இடைவெளிக்குப் பின்நிகழலாம். இவ்வாறு அரிதாக 40இற்கும் மேற்பட்ட பல்கிய தாக்குதல்கள் (multiple strokes)ஒரே மேகத்திலிருந்து அடுத்தடுத்து ஏற்படலாம்.

மேகத்திலிருந்து கீழே இறங்கிவரும் தாக்குதல் பாதையின் குறுக்களவு 3 இலிருந்து 5 செ.மீ. இருக்கும். புவியில் கட்டடங்கள் மிக உயரமாக இருக்கும்



படம் 3. திரும்பும் பாய்வு

நிலையில் முதலில் கட்டடத்திலிருந்து மேல்நோக்கி முன்னோடிப் பாதை (pilot streamer) அமைவதும் உண்டு; இதையே புவியிலிருந்து மேகம்நோக்கித் தாக்குதல் (grund to cloud stroke) என்று குறிப்பிடுவர். இடியோசை (thunder) என்பதும் மின்னலின் போது நிகழ்வதே! புவியிலிருந்து திரும்பும் பாய்வின் போது பாதையிலுள்ள காற்றின் வெப்பநிலை கண நேரத்தில் 15,000 இலிருந்து 20,000 செல்சியஸ் அளவிற்கு உயர்கிறது. இதனால் வளிமண்டலம் ஒளிர்ந்து மின்னலாகத் தெரிகிறது. அதிக வெப்பத்தினால் காற்றுப்பாகை வெடிக்கும் அளவுக்குத் திடீரென விரிவடைவதால் இடிமுழக்கமாகக் கேட்கிறது.

மின்னலினால் விளையும் அழிவு. மின்னல் உயிர்களுக்கும், உடமைகளுக்கும் பேரழிவு விளைவிக்கிறது. சில சமயங்களில் மனிதர்களும், கால்நடைகளும் மற்ற பிராணிகளும் மின்னலால் தாக்குண்டு இறக்க நேரிடுகிறது. மின்னல் பாய்ந்த கட்டிடங்கள் தீப்பிடித்து எரிவதுடன் திடீரென விரிவடையும் காற்று, சுவரில் கீறல்களை உண்டாக்குகிறது. இதனையே இடி விழுந்து அழிந்த கட்டடம் என்று கூறுவதுண்டு. காடுகளில் விழும் இடியினால் மரங்கள் தீப்பற்றி எரிந்துவிடுகின்றன. மின்னலினால் உயிர் அழிவினைச் சிறிதளவாவது குறைக்க முடியுமென்றாலும் அது வரவேற்கத்தக்கதே. நில இயல் அமைப்புக்குத் தக்கவாறு மின்னல் பாய்வதும் மாறுபடுகிறது. நில நடுவரைக்கும் (equator) அருகிலுள்ள நிலப்பகுதிகளில் மின்னல் அடிக்கடிப் பாய்கிறது. மின்னலினால் மனித உயிருக்கு விளையும் அழிவு மின்னலின் ஆற்றலைப் பொறுத்தும் தாக்குறுபவரின் உடலமைப்பைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். உயிருள்ள மனிதனின் கைக்கும் அடிப்பாதத்திற்கும் இடையில் 500 ஓம் (ohm) மின்தடை இயற்கையாக இருக்கும். தோல் மட்டும் அதிக மின்தடையைக் கொண்டிருக்கிறது. வறண்ட தோல் ஒரு சதுர செ.மீ. பரப்புக்கு 300 கி.ஓம் தடையும், ஈரமான தோல் ஒரு கி.ஓம் (1000 ஓம்) தடையும் கொண்டிருக்கும். மின்தடைக்குத் தோல் நல்ல பாதுகாப்பு எனினும் மின்னழுத்தம் 200 வோல்ட்டைத் தாண்டும்போது தோலில் வெடிப்பு ஏற்பட்டு மின்தடை 500 ஓம்களாகக் குறைகிறது.

மின்னல் எளிதில் மின்கடத்தவல்ல பசுமையான மரங்களின் மீதும் இரும்புக் கம்பங்களின் மீதும் உயரமான கட்டடங்கள் மீதும் எளிதில் பாயும். மின்னல் மனிதர்மீது பாயாது. சற்றுத் தள்ளிப் பாய்ந்தாலும் அதன் பின்விளைவினால் உயிர் நீங்கும் ஆபத்து உண்டு. மின்னலின்போது பாய்வுப் பாதையில் ஏற்படும் மிக அதிகமான மின் புலத்தினால் (electric field) உடலில் சேரும் அளவுக்கும் அதிகமான மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. மின்னலின் நிலைத்த மின்னோட்டம் 500 ஆம்பியர் வரை இருக்குமாதலால் பொருள்கள் தீப்பிடிக்கவும் வாய்ப்புண்டு. மின்னல் தாக்குண்டுபிழைத்துக் கொண்டோரும் உண்டு. மூர்ச்சை அடைந்திருக்கும் அவர்களைச் செயற்கை மூச்சு அளித்து உணர்வு ஏற்படுத்தலாம். வலிமையான மின்னல் தாக்குண்டவரின் உடல் வழியாக மின்னல் பாய்ந்திருப்பதன் அடையாளமாகத் தீக்காயங்கள் இருக்கும். மின்சாரம் ஓடிய பாதை வழியே தோல் உரிந்து இருக்கும். மேகத்திற்கும் புவிக்கும் இடையே மின்னல் பாயும்போது ஏற்படும் இடியோசையைக் காட்டிலும் மேகங்களுக்கிடையே பாயும்போது இடியோசை உரக்கக் கேட்கும். நாம் மழைக் காலத்தில் வெளியில் போகும்போது தனித்து இருக்கும், மரம், உயரமான கம்பம் போன்றவற்றிற்கு அருகில் நிற்கக் கூடாது. அதே போன்று மின்சாரம் எளிதில் பாயக்கூடிய ஏரிக்கரை,கடற்கரைகளுக்கு அருகில் நிற்கக் கூடாது. நீளமான கம்பி போன்ற சாதனங்களைக் கையில் வைத்திருக்கக் கூடாது. தொலைவில் இடியோசை கேட்டால் வெட்டவெளியில் இருப்பவர் உடனே தரையில் படுத்துவிடவேண்டும்; அப்போது கைகள் உடலை ஒட்டியும், கால்களைச் சேர்த்து நீட்டியும் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். மின்னல் தரையில் பாயுமிடத்தில் அதிக மின்அழுத்தம் அலைகள் போன்று ஆரப்பாதையில் (radial) பரவும். கால்களை

விரித்து நின்றால் இடைப்பட்ட நிலப்பகுதியில் மின்னழுத்தம் மின்னதிர்ச்சி தரும் அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கும். இடைப்பட்ட நிலப்பகுதி ஆரப் பாதையில் அமையாது. அதற்குச் செங்குத்தாக அமைந்தால் மின்னதிர்ச்சி ஏற்படாது. நமது உடலில் மின்னூட்டம் படர்ந்திருக்கிறது என்பதை ஒரு சிறிது அறியலாம். உடலில் மயிர் குத்திட்டு நின்றாலோ அல்லது தோல் புல்லரித்தாலோ மின்னல் தாக்க வாய்ப்புண்டு. அப்போது உடனே தரையில் படுத்துவிடவேண்டும்.

மேகங்களுக்கிடையேயான மின்னலால் வான வூர்திகள் தாம் மிகுதியாக அழிவுறுகின்றன. கூசும் ஒளியில் வானவூர்தி ஓட்டியின் கண்கள் தற்காலிகமாகக் குருடாகிவிடுகின்றன. விமானத்தின் வானொலிக் கருவிகளும் பழுதடைந்துவிடும். ஊர்திகளிலும், வானவூர்திகளிலும் பயணம் செய்வோருக்கு மின்னல் தாக்கினாலும் பாதிப்பு ஏற்படுவதில்லை. ஊர்தியின் உலோகக் கூரையுடன் பயணிகள் உடலும் ஒரே மின்னழுத்தத்தில் இருப்பதால் அதிர்ச்சி உண்டாவதில்லை. ஊர்தி சக்கரத்தின் வட்டை (tyre) ஈரமாக இருந்தால் பாயும் மின்னல் டயர் வழியே தரையில் இறங்கிவிடுகிறது. தரையும் வட்டையும் வறண்டிருந்தால் மின்னல் தரையை அடைய வாய்ப்பின்றி ஊர்தியிலும் பயணம் செய்வோரின் உடலிலும் ஏற்படும் மின்னழுத்தம் சேர்ந்தே அதிகரிப்பதால் தீங்கு ஏற்படுவதில்லை.

மின்னலில் சில வகைகள் பொருளுக்கும் உயிருக்கும் அழிவு ஏற்படுத்துவதில்லை. மலை உச்சியின் மீதோ மேடான பகுதியிலோ நடந்து செல்லும்போது தலைமயிர் வழியாக ஆற்றல் குறைந்த மின்னல் பாயலாம். மனிதரே இதனை உணரமாட்டார். சில சமயம் பக்கத்திலுள்ள உயர்ந்த கட்டிடம் மீது பிரகாசமான ஒளியும் ஓசையும் இன்றி மின்னல் பாயும். அப்பொழுது விஸ் என்ற ஒலி மட்டுமே கேட்கும். இரவு நேரமாக இருந்தால் 10 அல்லது 20 செ.மீ. நீளத்திற்கு ஒளிர்வு தெரியும்.

மின்னலின் வகைகள். மின்னலில், தகடு (sheet) மின்னல், நாடா (ribbon) மின்னல், பாசி (bead) மின்னல், வெப்ப (heat) மின்னல், கவை (forked) மின்னல், பந்து (ball) மின்னல் என்ற பல வகைகள் உண்டு. தகடு மின்னல் என்பது ஒரு குறுகிய பாதை வழியே மின்னல் பாய்வதற்கு மாறாக அகன்று விரிந்து பாய்வதாகும். இது பார்ப்பதற்குப் பெரிய தகடு ஒளிர்ந்து பாய்வதுபோல் தோற்றமளிக்கும். இது பெரும்பாலும் மேகங்களுக்கிடையே தோற்றம் அளிக்கும். தகடு மின்னலில் இடியோசை கேட்க வாய்ப்பில்லை. நாடா பறப்பது போன்று மின்னல்கள் தோற்றமளிக்கும். மின்னலின் பாதை அயனியாகி ஒளிர்வு தோன்றும்போது காற்று வீசுவதால் ஒளிர்வுப் பாதை நகர்ந்து காணப்படுகிறது. பாசி மின்னலில் பாசி மணிகள் ஒளிர்ந்து கீழே நகர்வது போலத் தோற்றமளிக்கும். கவை மின்னலில் கீழே இறங்கி வரும் மின்னல் புவியை அடையும் சமயத்தில் கவை போன்று பல பிரிவுகளாகப் பிரிந்து காணப்படும். புவியிலுள்ள மின்னூட்டம் இக்கிளைப் பாதைகளின் வழியாகத் திரும்பவும் பாய்வில் சேர்ந்து ஒளிர்கிறது. வெப்ப மின்னலும் கீறல் மின்னலும் இடியோசை கேட்காத அளவுக்கு மிகத் தொலைவில் பாய்வன. பந்து மின்னல் என்பது காண்போர் அனைவரையும் வியப்படையச் செய்யும். இது சிவப்பு அல்லது ஆரஞ்சு நிற ஒளியுடன் உருளுவது போல் தோற்றமளிக்கும். இது மற்ற மின்னல்களைப் போல் அல்லாமல் மெதுவாக நொடிக்கு 2 மீட்டர் வேகத்திலேயே நகரக் கூடியது. உடனே மறைந்துவிடாமல் சில நொடிகள் அல்லது நிமிடங்கள் வரைகூட நிலைத்து இருக்கும். இம்மின்னல் மிகவும் அரிதாகத் தோன்றுவதோடு மனிதருக்கு உயிர்க் கேடு எதுவும் உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால் உடலில் காயங்கள் ஏற்படுத்தலாம். இது குடியிருப்புப் பகுதிகளில் குதித்து நகருவதுபோலவும் திறந்த சாளரம் வழியே புகுவது போலவும் சுவர்சுற்றிய பகுதியிலிருந்து வெளியேறுவது போலவும் தோன்றும். இது பாயும்போது விஸ் என்ற ஓசை அல்லது பட பட என்ற ஓசை கேட்கும். வெடிக்கும் காற்றின் மணத்தையும் நாம் உணருவோம். இப்பந்து இறுதியில் ஒளிர்வுடன் ஓசையின்றி அல்லது வெடியோசையுடன் மறையும்.

மின்னலின் நன்மைகள். மின்னலால் நன்மைகளும் உண்டு. உலகில் முதன்முதலில் உயிர்கள் படிமலர் வளர்ச்சியடைவதற்கும் மின்னல் உதவி இருக்கிறது என்று அறிவியலார் கூறுகின்றனர். உலகம் தோன்றிய புதிதில் உயிரற்ற கரிமப்பொருள் (inorganic) பொருள்களில் புறஊதாக் கதிர்களின் (ultra violet rays) ஒளி பாய்ந்ததால் உயிரினம் தோன்றியிருக்கிறது என்று ருஷ்ய நாட்டு அறிஞர் ஏ. டி. ஓப்பாரின் (A. T. Oparin) தம்முடைய உயிரினத்தின் தொடக்கம் (origin of life) என்ற நூலில் குறிப்பிட்டிருக்கிறார். உயிரினம் தோன்றுவதற்குத் தேவையான ஒரு வகைப் புறஊதாக் கதிர்கள் மின்னலின் போதுதான் தோன்றுகின்றன என்று அவ்வறிஞர் கூறுகிறார். உயிரைப் பறிக்கவல்ல மின்னலே உலகில் உயிர் தோன்றுவதற்குக் காரணமாக இருந்திருக்கிறது என்பது வியப்பன்றோ? மின்னல் காற்றினூடே பாயும் போது அயனியாக்கப்பட்ட காற்றினால் நைட்ரஜன் ஆக்சைடும், ஓசோன் (ozone) என்னும் ஒருவகை ஆக்ஸிஜனும் உற்பத்தியாகின்றன. நைட்ரஜன் ஆக்சைடு தாவரங்களுக்கு உரமாகப் பயன்படுவதால் மின்னல் தாவரங்கள் செழித்து வளருவதற்குக் காரணமாக அமைந்து உயிரினத்திற்கு உதவுகிறது.

மின்னலிலிருந்து பாதுகாக்கும் வழிகள். உயரமான கட்டிடங்கள் தாம் அடிக்கடி மின்னலால் தாக்கப்பட்டு அழிவுறுகின்றன. சில கட்டிடங்களின் உச்சியில்

சிறிது அதிக உயரத்துடன் தூண் போன்ற கம்பி கூர்மையான முனை கொண்டு அமைக்கப்பட்டு இருப்பதைக்காணலாம். கட்டிடத்தின் மேலிருக்கும் கம்பித் தூணிலிருந்து தடித்த செப்புப் பட்டை இணைக்கப்பட்டு அடிப்பகுதிவரை கொண்டுவரப்பட்டு நன்றாகத் தரையிடப்பட்டு இருக்கும். இக்கம்பிப் பட்டை கட்டடத்தின் வெளிச்சுவரில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இக்கம்பித்தூண் கட்டடத்தின் உயரத்துக்கும் மேலே நீட்டிக் கொண்டிருப்பதால் மேலே நகரும் மேகங்களுக்கு மிக நெருங்கி மின்னல் ஏற்படின் அழிவின்றி அதைத் தன்வழியே இழுத்து மின்சாரத்தைத் தரைக்கு அனுப்பிவிடுகிறது. இம்மாதிரியான கம்பித் தூணைக் காற்றுமுனைக் கம்பி (air terminal) என்றும், இடிதாங்கி (lightning arrester) என்றும் அழைக்கின்றார்கள். அகன்ற கட்டிடங்களுக்கு, அதன் ஒவ்வொரு மூலைகளிலும், முனைக்கம்பிகள் அமைக்கப்பட வேண்டும். அத்தனை முனைகளையும் இணைத்து ஒரு செப்புப்பட்டையை மட்டும் மேலேயிருந்து கொண்டு வந்து தரையிடலாம். மிகவும் அகலமான கட்டடங்களில் மேல்பரப்பு முழுதிலும் கிடைக் கம்பிகள் அமைக்கப்பட்டுப் பல செப்புப் பட்டைகளைக் குறிப்பிட்ட இடைவெளியுடன் மேலிருந்து கீழே கொண்டு வந்து தரையிட வேண்டும்.

இடிதாங்கியிலிருந்து தரைக்குக் கொண்டு வரப்படும் செப்புப்பட்டை 2.6செ.மீ. அகலமும் 2.0 செ.மீ. தடிப்பும் கொண்டிருக்க வேண்டும். உறுதியான அமைப்புக்காக அப்பட்டையின் தடிமனை அதிகரித்துக்கொள்வதும் உண்டு. தொலைக் காட்சி ஆன்டெனாக்களையும் இடிதாங்கியுடன் இணைக்க வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். வீடுகளுக்கு அடியில் உலோகக் குழாய் இருந்தால் அதை இடிதாங்கிக் கடத்தியுடன் இணைக்க வேண்டும். இல்லையெனில் இடிதாங்கிக் கடத்திக்கும் குழாய்க்கும் இடையில் மின்பாய்வு ஏற்பட்டுக் குழாய் அழிவுறும். மின்னல் பாயும் போது பல சமயங்களில் மின்சாரம் வழங்கல் தடைப்படுகிறது. மின்கடத்தும் கோபுரங்களைத் (transmission towers) தாக்குதல்களிலிருந்து பாதுகாக்க மின்னல் இறக்க முனைகள் (lightning discharge terminals) ஆங்காங்கே அமைக்கப்பட்டுத் தரையிடப்பட்டிருக்கும். மின்கடத்தும் கோபுரங்களில் தரைக் கம்பி (ground wire) ஒன்று இணையாக அமைக்கப்பட்டுக் கோபுரத்தின் வழியாகத் தரையிடப்பட்டிருக்கும். கோபுரம் தாங்கியிருக்கும் கடத்திகளில் மின்னலினால் மின்னழுத்தம் மிகாதபடித் தரைக்கம்பி பாதுகாக்கிறது. மின் சாதனங்களின் வெளி மூடிகளைத் தரையிடுவதன் காரணமும் இதுவே.

பல உயர்மின்னழுத்தக் கடத்துகளிலிருந்து தூண்டு சுருள் (chocking coil) இணைக்கப்பட்டுத் தரையிடப்பட்டிருக்கும். மின்னலின்போது உயரும் நிலை மின்னழுத்தத்தை (static voltage) இத்தூண்டு சுருள் தரையிடுவதன் மூலம் குறைக்கிறது. தூண்டு சுருள் இரும்புத் தகடுகளாலான கட்டையில் காப்பிடப்பட்ட செப்புக் கம்பிகளால் சுற்றப்பட்டிருப்பதால் அதிக மின் தூண்டல் கொண்டிருக்கும். இதன் அதிகத் தூண்டலினால் மின்கோபுரத்தில் ஓடும் சாதாரண மின்னழுத்தம் தரையிடப்படாது. மழைக்காலத்தில் மேகங்கள் மின்கடத்திகளில் தூண்டப்படும் நிலைமின் எதிர் ஊட்டத்தை மட்டும் குறைக்கின்றன. மின் சாதனங்களான மின்னோடிகள் (motors), மின் மாற்றிகள் (transformers) முதலியவற்றை மின்னலிலிருந்து பாதுகாக்கும் முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. மின்மாற்றிகளில் கடத்திகளுக்கிடையில் ஏற்படும் மின்னழுத்தம் மின்னலின் போதும் குறித்த அளவைத் தாண்டாதபடி வடிவமைக்கப்படுகின்றன. கடத்திக்கும் தரைக்கும் இடையே மின்கொண்மிகளை(capacitors) இணைப்பதால் திடீரென அதிகரிக்கும் மின்னழுத்தமும் ஊட்டமும் தரையிடப்படுகின்றன. மேலும் விரிந்த இடைவெளிக் கம்பி மட்டுப்படுத்தியையும் (horn cap arrester) மின்கடத்திகளுடன் இணைத்துத் தரையிடுவதன் மூலம் திடீரென உயரும் மின்னழுத்தம் தரையை அடைகிறது.

தைரைட் என்னும் செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஒரு வகைக் கூட்டுப் பொருளாலான தைரைட் மட்டுப்படுத்தி (thyrite arrester) மாறும் மின் தடையாகச் செயல்பட்டு மின்னலின்போது அதிகரிக்கும் மின்னழுத்தத்தைத் தரையில் பாய்ச்சுகிறது. ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக மின்காப்பிக்குள் (insulator) அடுக்கப்பட்ட தைரைட் தட்டுகள் மினகடத்திக்கும் தரைக்கும் இடையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கடத்தியில் அளவான மின்னழுத்தம் ஓடும்போது தைரைட் அதிக மின்தடையைப் பெறுவதால் மின்னோட்டம் தரைக்கு வருவதில்லை. கடத்தியில் மின்னலின்போது மின்னழுத்தம் அதிகமாக உயர உயர தைரைட்டின் மின்தடையும் வெகுவேகமாகக் குறைவதால் அம் மின்னழுத்தம் அதிகப்படி மின்சாரத்தைத் தைரைட் வழியாகத் தரையில் செலுத்தி விடுகிறது. எனவே, மின்னலின் போதும் கடத்தியில் மின்னழுத்தம் ஒரே சீராக உள்ளது. இவ்வாறாக மேலே கூறிய இடிதாங்கிகள், மட்டுப்படுத்திகள் மூலம் திடீரென உயரும் மின்னழுத்தத்தைத் தரைக்குச் செலுத்திப் பாதுகாப்புப் பெறலாம்.

ஜி. குருசாமி

நூலோதி

1. Subramanian, Brijeal N. Electricity and Magnetism, Ratan Prabash Mandei, Delhi, 1983.

இடி மின்னலால் காயம்

மழைக்காலத்தில் 2000, 3000 மீட்டர் உயரத்தில் மேகத்தில் மின்னல் உண்டாகிறது. சில சமயங்களில்

இரண்டு மேகங்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கி வரும். அப்போது ஒரு மேகத்திலிருந்து மின்னோட்டம் மற்றொரு மேகத்திற்குப்பாயும்.இவ்வாறு மின்னோட்டம் பாயும் போது கண்ணைப் பறிக்கும் ஒளி உண்டாகும். இவ்வொளி மின்னல் எனப்படுகிறது. 1752ஆம் ஆண்டு பெஞ்சமின் ஃபிராங்களின் (Benjamin Franklin) என்பவர் மின்னலை ஆராய்ச்சியின் மூலம் விளக்கிக் காண்பித்தார்.

வேகம். மேகத்தினூடே தோன்றும் மின்னல் ஒரு நொடிக்கு 1000 மைல் முதல் 85000 மைல் வரை வேகம் கொண்டு புவியை நோக்கி வருகிறது. மின்னல் நேர் கோட்டில் வருவதில்லை. படிப்படியாகத் தங்கித் தங்கி வருகிறது. ஒரு மின்னல நாற்பது பிரிவுகளாகக் கூடப் பிரிந்து தாக்கும் தன்மையுடையது.

மின்னல் பொதுவாக உயரமான இடங்களையே தாக்குகிறது. ஆகையால் தான் உயரமான கட்டடங்களில் இடிதாங்கியை வைத்துக் கட்டுகிறார்கள். இடிதாங்கிகள் கட்டடத்தின் உச்சியிலிருந்து நேரே புவிக்குள் செல்லும் ஒரு செப்புக் கம்பியாகும். இதன் மேல் பகுதி கட்டடத்தை விடச் சற்று உயரத்தில் இருக்கும். கீழ்ப்பகுதி ஒரு செப்புத் தகட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுப் புவிக்குள் ஈரமான பகுதியில் ஆழமாகப் புதைக்கப்பட்டிருக்கும்.

விளைவுகள். மின்னல் தாக்குவது என்பது அதிக வெளிச்சத்துடன் பெரிய தீப்பொறி தாக்குவதைப் போலத்தான். மின்னல் தாக்கிய சில நொடிகளில் உடலில் இரத்த அழுத்தம் குறைய, மயக்கம் வரும். பிறகு நரம்பு மண்டலம் பழுது அடைந்து உயிர் போவதும் உண்டு. மின்னலால் தாக்குண்டவர் அனைவரும் இந்த நிலைக்குத்தான் ஆளாவார்கள் என்று சொல்வதற்கில்லை. சில்சமயம் சட்டையை மட்டும் இம் மின்னல் கிழித்துவிட்டு உடலுக்கு ஒரு தீங்கும் இழைக்காது போவதும் உண்டு. இதற்கு நேர் மாறாகச் சில சமயம் உடலில் சிறு காயம் கூட இல்லாமல் மரணமும் நேரலாம்.

மின்னலின் அதிக ஒளியின் காரணமாக விழித்திரை கிழிந்து கண் குருடாவதும் உண்டு. மேலும் விழித் திரையில் வலிப்பு, மறதி, தன்னிலைத் தடுமாற்றம், செவிடு, ஊமை, இரத்தக்கட்டு, உள்காயம, சிராய்ப்பு, புண், எலும்புமுறிவு, ஆகியவை கூட்ப் பல்வேறு நிலையில் ஏற்படும். சில சமயம் தலைமயிர் மட்டும் பொசுங்கும். மின்னல் என்பது மின்சாரம் தான். மின்சாரம் உலோகங்களில் எளிதில் பாயும்,உடம்பில் உலோகத்தாலான இரும்புக் கச்சை, ஜிப், நகை ஆகியவை அணிந்திருந்தால் அவற்றின் மூலம் மின்னல் பாய்ந்து ஆங்காங்கே பரவலாகப் பரவிச் செடியைப் போல் அமைப்புடைய தீக்காயங்களை உண்டாக்கும்.

முதலுதவி. சாதாரணமாகத் தீக்காயங்களுக்கு வெறும் வெளிப்பூச்சு மருந்துகள் மட்டும் போதுமானவை. ஆனால் மூச்சும் இதயத்துடிப்பும் நின்றவர்களுக்கு வாயின் மூலமோ முதுகை அமுக்கியோ செயற்கைச் சுவாசம் (artificialoresoiration) கொடுக்க வேண்டும். இதயத் துடிப்பு இருக்கிறதா என்பதைப் பார்த்து நெஞ்சுக் குழிக்கு இடப்புறம் அமுக்கி இதயத் துடிப்பை உண்டாக்க வேண்டும். ஓரளவு குணமடைந்த பின்னர் நோயாளியை அருகில் உள்ள மருத்துவமனையில் சேர்த்து, தேவைப் பட்டால் செயற்கைச்சுவாசம் கொடுக்க வேண்டும், இத்துடன் ஆச்சிஜனும் (oxygen) கொடுத்தால் நோயாளி பிழைக்க வழி உண்டு.

பாதுகாப்பு. மின்னல் மின்னும் போது மரத்தடியில் ஒதுங்கவே கூடாது. மழையில் நனைந்து செல்லும் பொழுது உலோகப் பொருள்களை உடலோடு ஒட்டாதவாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். மழைக்கு உபயோகிக்கும் குடையில் இரும்புப்பிடி இல்லாமல் இருப்பது நல்லது. வெட்ட வெளியில் மழை பெய்து கொண்டிருக்கும் பொழுது நனைந்து கொண்டு ஓடக்கூடாது, நிற்கக்கூடாது வீட்டில் திறந்த சாளரக் கதவருகில் நிற்கக் கூடாது. தொலைபேசியில் பேசும்போது வெளியிலுள்ள தொலைபேசி வடங்களுடன் இடிமின்னலுக்குத் தொடர்பு ஏற்பட்டு மின்சாரம் பேசுபவரைத் தாக்கலாம்.

சு. நரேந்திரன்

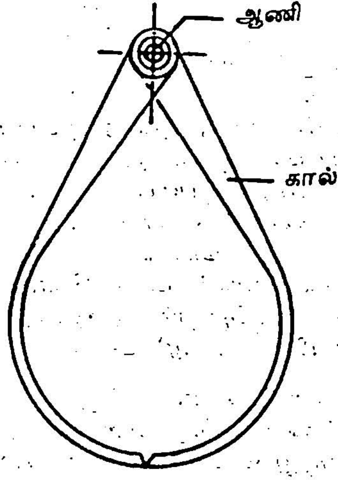
நூலோதி

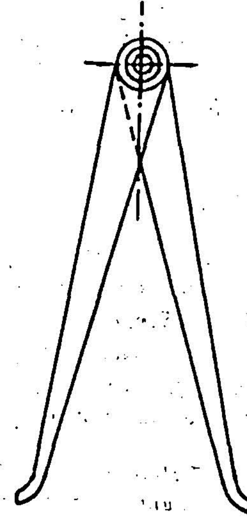
Parikh, C.K., Parikh, s Text Book of Med'cal Jur.sprudence and Toxicology, Medical publication, Bombay, 1983.

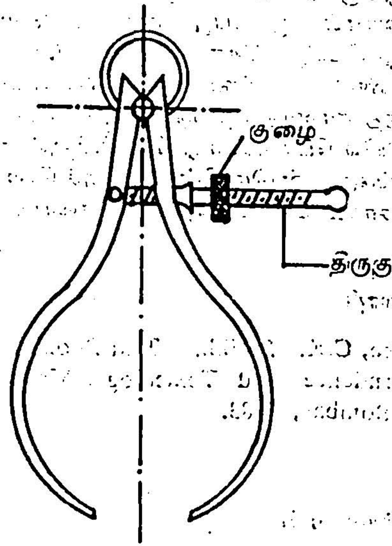
இடுக்களவன்

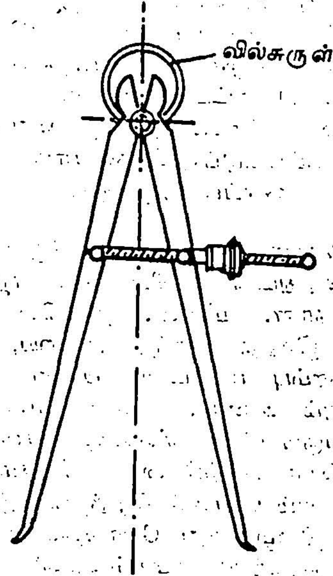
நீளம் என்பது அளவுகோலில் (scale) உள்ளதுபோல் இரு கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலை வென்றோ, ஒரு தண்டில் (rod) இரு முனையின் முகங்களுக்கு (end faces) இடையேயுள்ள தொலை வென்றோ கூறலாம். இரண்டு புள்ளிகளுக்கு அல்லது இரண்டு கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவை ஓர் அளவுகோலின் உதவியால் எளிதாக அளக்க முடியும். ஆனால் இரு இறுதி முனைகளுக்கிடையேயுள்ள நீளத்தையோ ஒரு விட்டத்தின் அளவையோ ஓர் அளவுகோல் கொண்டு கண்டுபிடிப்பது அரிய பிழையுடைய செயலாகும். இதுபோன்ற செயல்களில் மிகுந்த உதவியாயிருப்பதுதான் இடுக்களவன் ஆகும்.

இடுக்களவனில் இரு வகையுண்டு. அவை வெளி இடுக்களவன் (external caliper) (படம் 1), உள்





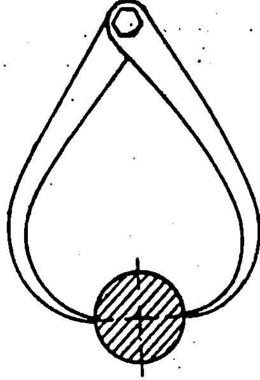


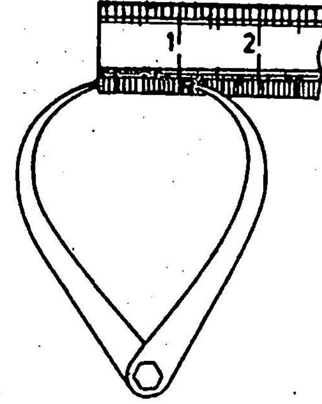


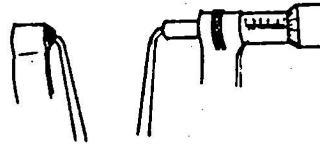
இடுக்களவன்கள்

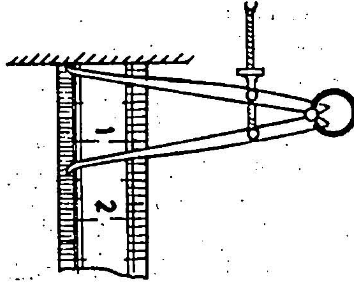
இடுக்களவன் (internal caliper) (படம் 2). என்ப னவாகும் இடுக்களவனில் இரண்டு கால்கள் இருக்கும். இந்த இரண்டு கால்களும் ஆணியால் (pin) மேல்புறத்தில் சற்று இறுக்கமாக இணைக்கப் பட்டிருக்கும். இதனால் கால்களை விரிக்கவோ மடக்கவோ முடியும். ஆணிக்கு அருகில் இரண்டு கால்களுக்கும் இடையேயுள்ள உராய்வு (friction) கால்களின் நிலை மாறாமல் இருக்க உதவிசெய் கிறது. இடுக்களவனில் கால்களை இணைப்பதற்கு ஆணிக்குப் பதிலாக வில்சுருளையும் (spring) பயன் படுத்தலாம் (படம் 3, படம் 4). இது போன்ற அள வன்களில் கால்களை நகர்த்துவதற்குத் திருகும் (screw) மரையும் (nut) பயன்படுத்தப்படுகின்றன (படம் 3).

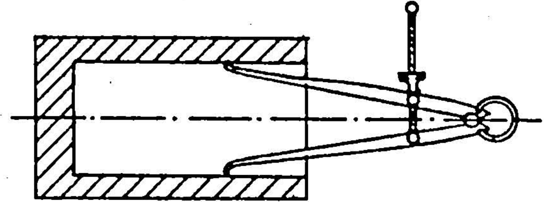
இடுக்களவனைப் பயன்படுத்தும் முறைகளை 5 முதல் 9வரையிலுள்ள படங்கள் தெளிவாக்குகின்றன. ஓர் உருளையின் (cylinder) விட்டத்தை அளக்கப் படம் 5 போல் வெளி இடுக்களவனின் இரண்டு கால்களும் உருளையின் எதிரெதிரேயுள்ள புள்ளி களைத் தொடுமாறு செய்ய வேண்டும். பிறகு இடுக்க ளவனைப் படம் 7இல் உள்ளது போல் அதை ஓர் அளவுகோலின் மீது வைத்து விட்டத்தின் அளவைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். இதேபோல் ஒரு துளை யின் அளவைப் படங்கள் 6இலும் 8இலும் உள்ளது போல் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். சுருக்கான அளவு (precision measurement) தேவைப்பட்டால் அளவு கோலுக்குப் பதிலாக நுண்ணளவியைப் (micrometer) பயன்படுத்தலாம். (படம் 9). பொதுவாக இடுக்கள வனைப் பயன்படுத்துபவரின் திறமையைப் பொறுத்











இடுக்களவன்கள்

துத்தான் எடுக்கப்பட்ட அளவின் துல்லியம் (accuracy) அமையும்.

இரா. இராமன்
கு. நாராயணசாமி

நூலோதி

1. Jain, R.K., Engineering Metrology Khanna Publishers, New Delhi, 1981.
2. Chapman, W.A.J., Workshop Technology, Part-I, The English Language Book Society, London, 1961.

இடுக்கி இணைப்பு

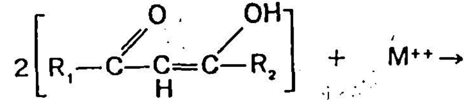
இது இணை எலெக்ட்ரான்களை (electron pairs) ஏற்றுக்கொள்ளும் உலோக அயனிகளுக்கும், பல இணை எலெக்ட்ரான்களை வழங்கும் பல் இடுக்கி (multidentate) ஈந்தணைவிக்கும் (ligands) இடையே வினை நடைபெற்றுக் குறிப்பிடத்தக்க அதிக நிலைப் புத்தன்மையுடைய வளைய விளைபொருளைத் தரும் முறை அல்லது வினை (chelation) ஆகும். இவ்விளை பொருளில் பல ஈதல் பிணைப்புகள் (coordinate bonds) இருக்கும். இப் பல்இடுக்கி அணைவி இடுக்கி

இணைப்பு வினைப்பொருள் (chelating agent) என்று அழைக்கப்படும். இவ்வினைப்பொருள்கள் உலோக இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் (metal-chelate complex) என்று அழைக்கப்படும். அணைவுச் சேர்ம வேதியியலில் (cordination chemistry) இது ஒரு பகுதியாகும். பல்இடுக்கி அணைவி உலோக அயனி ஒன்றுடன், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இடுக்கி இணைப்புகளைத் தோற்றுவிப்பதும் இதன் விளைவாக, விளைபொருள் சிறப்புப் பண்புகளைப் பெறுவதுமே இச் சேர்மங்களின் சிறப்புப் பண்பாகும்.

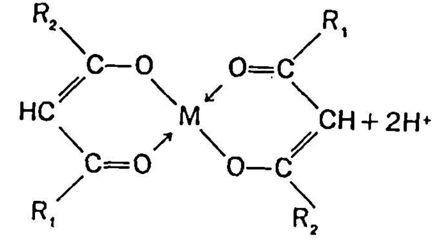
எத்திலீன் இருஅமீன் ($NH_2CH_2CH_2NH_2$) என்பது இரு இடுக்கி (bidentate) அணைவி ஆகும். இது ஒரு சிறந்த இடுக்கி இணைப்பு வினைப்பொருள் ஆகும். இதில் உள்ள நைட்ரஜன் அணுக்களும் இணை எலெக்ட்ரான்களை வழங்குபவை. இவ்விரு நைட்ரஜன் அணுக்களும் ஓர் உலோக அயனியுடன் இணையும்போது ஐந்து அணுக்களைக் கொண்ட ஒருவளையம் வினைபொருளாகக் கிடைக்கின்றது. இதுபோலவே இரு எத்திலீன் மூஅமீன் (diethylenetriamine, $NH_2CH_2CH_2NHCH_2CH_2NH_2$) ஒரு மூஇடுக்கி (tridenatated) ஆகும். இதுபோல நான்கிடுக்கி (tetradentate), ஐந்திடுக்கி (pentadentate), ஆறிடுக்கி (hexadentate) முதலியனவும் உண்டு. பொதுவாகப் பின்னே சொல்லப்பட்டவை பல்இடுக்கி வினைப்பொருள்கள் (multidentate or polydentate ligands) என்று கூறப்படும். எனினும் எல்லா இடுக்கி இணைப்பு ஏற்படுத்திகளும் குறைந்த அளவு ஈரிடுக்கிகளாக இருத்தல் வேண்டும்.

இயற்கையில் அல்லது தொகுப்பு முறையில் பெறப்படும் கரிமச் சேர்மங்களின் பல வினைத் தொகுதிகள் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்தவல்லவை. கரிமச் சேர்மங்கள் உலோக அயனிகளுடன்இணைந்து தரும் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் உயிர் வேதியியல் துறையில் (bio chemistry) முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. இச் சேர்மங்களை ஆராயும்போது, அவை பொதுவாக இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களாகவோ, இடுக்கி வினைப் பொருள்களாகவோ இருப்பதைக் காணலாம். இவ்வகையில் அமினோ அமிலங்கள் (amino acids), பெப்டைடுகள் (peptides), புரோட்டீன்கள் (proteins), நொதிகள் (enzymes), போர்ஃபைரின்கள் (porphyrins), காரின்கள் (coorins n B_{12}), கேட்டகால்கள் (catachols), ஹைட்ராக்சி பாலிகார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் (hydroxy polycarboxylic acids) அஸ்கார்ப்பிக் அமிலங்கள் பல்பாஸ்பேட்டுகள் (polyphosphates) நியூக்ளியோசைடுகள் (nucleosides) முதலியன அடங்கும்.

இடுக்கி இணைப்பின் நிலைப்புத்தன்மை. இடுக்கி இணைப்பு வினைப்பொருளின் முக்கிய பண்பு அச் சேர்மங்களின், வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்புத் தன்மை (thermal stability) ஆகும். இது நிலைப்புத் தன்மையைப் பொறுத்தமட்டில், அரோமாட்டிக் கரிம வளையச் சேர்மங்களைப் போன்றுள்ளது. (எ.கா.) பீட்டா இருகீட்டோனின் ஈனால் வடிவம் ஹைட்ரஜன் அயனியை இழந்து உலோக அயனியுடன் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. இச் சேர்மம் அதிவெப்ப நிலையிலும் மிகவும் நிலைப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளது.



அசெட்டைல் அசெட்டோன் வழிச்சேர்மத்தின் ஈனால் வடிவம் H(acac)   உலோக அயனி



உலோக அசெட்டைல் அசெட்டோனேட்டு வழிச் சேர்மம் M(acac)$_2$

பெரிலியம் அசெட்டைல் அசெட்டோனேட்டு (beryllium acetylacetonate) 270°C இலும் எவ்விதச சிதைவும் இல்லாமல் கொதிக்கின்றது. ஸ்காண்டியம் அசெட்டைல் அசெட்டோனேட்டு(scandium acetylacetonate) என்ற இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மம் 370°C வெப்பநிலையிலும் மிக அரிதாகவே சிதைகின்றது என்று ஜி.டி. மார்கன் (G.T. Morgan) குறிப்பிடுகின்றார். இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களின் இந்த அதி நிலைப்புத்தன்மை, இடுக்கி இணை அல்லாத அணைவிகள் தரும் (monodentate ligands) அணைவுச் சேர்மங்களின் (எ.கா. அசெட்டோன்) நிலைப்புத் தன்மையுடன் ஒப்பிடத்தக்கது.

இவ்வாறு இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் அதிக அளவு நிலைப்புத்தன்மை பெறுவதால் இடுக்கி இணைப்பு விளைபொருள்கள் உலோக அயனிகளின் நிலைப்புத் தன்மையைப் பெரிதும் மாற்றமடையச் செய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அரிதிற் கரையும் ஃபெரிக் ஹைட்ராக்சைடு ($Fe(OH)_3$) வீரியமிகு காரமான மூஎத்தனால் அமீன் (triethanolamine, $N(CH_2CH_2OH)_3$) கரைசலில் முற்றிலுமாகக் கரைகின்றது.

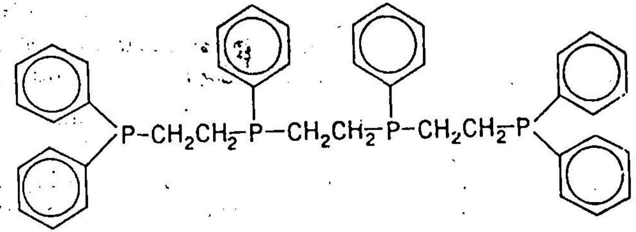
1940 ஆம் ஆண்டு முதல் ஆராய்ச்சிகளின் பலனாகக் கீழ்க்காணும், இடுக்கி இணைப்புச் சேர்

மங்களின் நிலைப்புத் தன்மையைப் பாதிக்கும் காரணிகள் என அறியப்படுகிறது. அவை, உலோக நேர்மின் அயனியின் தன்மை, அணைவிகளின் தன்மை, வினையில் தோன்றும் வளையத்தின் தன்மை என்பனவாகும்.

உலோக நேர்மின் அயனியின் தன்மை. பொதுவாக அணைவிகளில் உள்ள நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கந்தக அணுக்களே எலெக்ட்ரான் வழங்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன. எனவே இவ்வணுக்களுக்கும், உலோக அயனிகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொடர்பை அறிவது பயனுள்ளதாக அமையலாம். Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, Mg^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Al^{3+}, Ga^{3+}, In^{3+}, Ti^{4+}, Zr^{4+}, Tt^{4+}, Si^{4+}, Ge^{4+}, Sn^{4+}, ஆகிய உலோக அயனிகளின் பல் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களில் குறைந்தது ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவானது எலெக்ட்ரான் வழங்கியாக உள்ளது. இந்த ஆக்சிஜன் அணுவினைப் பொருளின் அமிலம், ஆல்கஹால், ஈதர், கீட்டோன் போன்ற வினைப்படு தொகுதிகளில் இருந்து பெறப்படுகின்றது. இவ்வுலோக அயனிகள் அரிதாகவே இரு நைட்ரஜன் அல்லது கந்தக அணுக்களின் வழியாக ஈதல் பிணைப்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வெனேடியம் (vanadium), நியோபியம் (niobium), டான்டலம் (tantalum) மாலிப்டினம்(molybdenum), யுரேனியம் (uranium), பெரிலியம், அலுமினியம், ஃபெரிக் இரும்பு (ferric iron) போன்ற உலோகங்களின் அயனிகளும், ஆக்சிஜன் அணுவிடம் இருந்தே பெரும்பாலும் எலெக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன; எனினும் நைட்ரஜன், கந்தகம், பாஸ்பரசிடன் சில சிறப்பு சூழ்நிலைகளில் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. Cr^{3+}, Fe^{3+} பிளாட்டினம் உலோக அயனி போன்றவை பெரும்பாலும் நைட்ரஜன் அணுவினுடன் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. Cr^{3+}, Fe^{+} போன்ற அயனிகள் தவிர, Cu^+, Zn^+, Ag^+, Au^+. Cu^+, Cd^+, Hg^{2+}, V^{3+}, Co^{3+} உலோக அயனிகள் பெரிதும் நைட்ரஜன் அணுவுடன் மிக அதிகமாக ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. எனினும் இவை ஆக்சிஜன் அணுவுடனும் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்தும். ஆனால் நைட்ரஜனுடன் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் திறன், ஆக்சிஜனுடன் ஏற்படுத்துவதை விடப் பன்மடங்கு அதிகமானது.

மேற்கண்ட முடிவுகளின் விளைவாக உலோக அயனிகளை அவற்றின் இடுக்கி இணைப்புத்திறன் (chelating ability) அடிப்படையில் தோராயமாக வகைப்படுத்தலாம். கார உலோகங்கள், கார மண் உலோகங்கள் (alkaline earth metals) அருமண்கள் (rare earths) ஆகிய உலோக அயனிகளின் இடுக்கி இணைப்புத் திறன் அயனியின் மின்னேற்றம் குறைவதற்கேற்பவோ அயனி ஆரம் அதிகரிப்பதற்கேற்பவோ படிப்படியாக குறைந்து வருகின்றது. கார மண் உலோகத் திறனின் வரிசைப்படி Mg^+ Ca^+ Sr^+ Ba^+ Ra^+ ஆகும். அயனியின் ஆரத்திற்கும் இடுக்கி இணைப்புத் திறனுக்கும் உண்டான தொடர்பின் அடிப்படையில்தான் கிடைத்தற்கரிய தனிமங்களைப் பிரிக்கும் தத்துவம் அடங்கியுள்ளது. மற்ற உலோக அயனிகளின் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் இவ்வாறு முறையாகத் தெளிவாக அமையவில்லை. கீழ்க் காணும் வரிசையில் பீட்டா இருகீட்டோன் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களில் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மை அமைந்துள்ளது. $Hg^+ > (Cu^+, Be^+) > Ni^+$ $Co^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+} > Mn^{2+} > Cd^{2+} > Mg^{2+}$ $Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$. முதல் இடைநிலைத் தனிமங்களின் $+2$ நிலை இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் பின்வரும் வரிசையில் நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. $Zn^+ > Cu^+ > Ni^+ > Co^+ > Fe^+ > Mn^+$

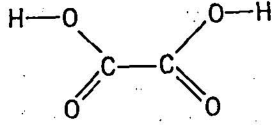
Ir (I), Rh (I) போன்ற குறைந்த இணைதிறன் நிலைகளில் உலோக அயனிகள் மூவிணைதிறனுடைய பாஸ்பரம் (trivalent phosphorons) ஆர்செனிக் ஆகியவற்றுடன் எளிதில் இடுக்கி இணைப்புகளைத் தருகின்றது. மூவிணை திறன் பாஸ்பரம் என்பது தற்காலத்தில் அணைவுச் சேர்ம வல்லுநர்களால் தொகுக்கப்பட்ட பல்லினை அமீன் (polyvalent amine) போன்ற ஓர் இடுக்கி இணைப்பு வினைப்பொருள் ஆகும்.



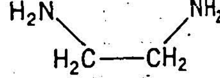
டெட்ராபிஸ் என்ற நால் இடுக்கி

அணைவிகளின் தன்மை. பொதுவாக இருவகையான தொகுதிகள் உலோக அணைவி ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. அவை 1. அமிலத் தொகுதி; இதில உள்ள ஹைட்ரஜன் அயனி நீக்கப்பட்டு ஈதல் பிணைப்புத் தோன்றும். 2. வினைப்படு தொகுதிகளில் உள்ள தனித்த இணை எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அணுக்கள் மேற்கண்ட இரு தொகுதிகளுமோ, ஒரு வகையிலேயே இரண்டு தொகுதிகளுமோ இருந்து, ஒரே உலோக அயனியுடன் அவ்

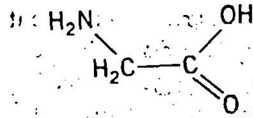
வினைப் பொருள் இடுக்கி இணைப்பை ஏற்படுத்தும் போது வளைய இடுக்கிச் சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஆக்சாலிக் அமிலத்தில் முதல் வகையைச் சார்ந்த இரண்டு எதிர்மின் தொகுதிகள் உள்ளன.



ஆக்சாலிக் அமிலம் (இரண்டு எதிர்மின் அமிலத் தொகுதி வகை 1)



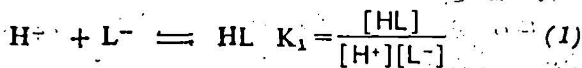
எத்திலீன் டைஅமின் (இரண்டு நடுநிலைத் தொகுதி வகை 2)



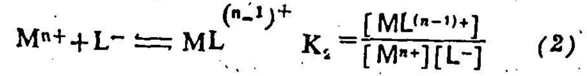
கிளைசின் (முதல் வகை 1 இரண்டாம், வகை 1)

எத்திலீன் இரு அமீனில் இரண்டு நடுநிலைத் தொகுதிகள் தனித்த இணை எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ள நைட்ரஜன் அணுவோடு உள்ளன. கிளைசின் (glycine) மூலக்கூறில் முதல் வகையில் ஒன்றும் (அமிலத்தொகுதி) இரண்டாம் வகையில் ஒன்றுமாக (நடுநிலை அமீன் தொகுதி) உள்ளன.

பொதுவாக அணைவி அணுவில் எலெக்ட்ரான் செறிவை அதிகரிக்கச் செய்யும்போது எச்செயலும் இடுக்கி இணைப்புத் திறனை அதிகரிக்கச் செய்யும். முதல் வகையில், அணைவில் உள்ள வழங்கி (donar) அணு ஹைட்ரஜன் அயனியை அல்லது உலோக அயனியை வலுவுடன் இணைக்க வேண்டும். ஹைட்ரஜன் அயனியை இணைக்கும் திறன் காரத்திறன் (basic strength) என்றும், உலோக அயனியை இணைக்கும் திறன் இடுக்கி இணைப்புத்திறன் என்றும் கூறப்படும். எனவே அணைவிகளைக் காரத் திறன் வரிசையில் வரிசைப்படுத்தினால் அதுவே இடுக்கி இணைப்புத்திறன் வரிசையும் ஆகும். பல ஆய்வாளர்கள் சமன்பாடு (1) இன் சமநிலை மாறிலிக்கும், சமன்பாடு (2) இன் சமநிலை மாறிலிக்கும், உண்டான தொடர்பை வரைபடங்கள் மூலமாகத் தொடர்பு படுத்தி ஆராய்ந்துள்ளனர்.



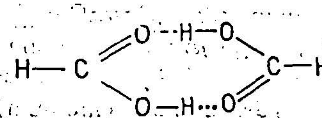
$$H^{+} + L^{-} \rightleftharpoons HL \quad K_1 = \frac{[HL]}{[H^{+}][L^{-}]} \qquad (1)$$

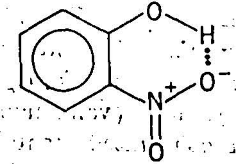


$$M^{n+} + L^{-} \rightleftharpoons ML^{(n-1)+} \quad K_2 = \frac{[ML^{(n-1)+}]}{[M^{n+}][L^{-}]} \qquad (2)$$

இச் சமன்பாடுகளில் L^{-} என்பது இடுக்கி இணைப்பு அணைவி ஆகும். K_1 என்பது புரோட்டான் ஏற்ற மாறிலி (protanation constant); K_2 என்பது உலோக இடுக்கு வினை பொருளின் நிலைப்பு மாறிலி (stability constant) ஆகும்.

கரிம வேதியியல் வல்லுநர்கள் உலோக நேர்மின் அயனியை ஹைடிரஜன் நேர்மின் அயனியுடன் ஒப்பிடுகின்றனர். இதன் விளைவாக ஃபார்மிக் அமிலத்தின் இருபடியும் (dimer) ஆர்த்தோ நைட்ரோஃபீனாலின் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையும், ஹைட்ரஜன் அயனியின் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களாகவே கருதப்படுகின்றன.

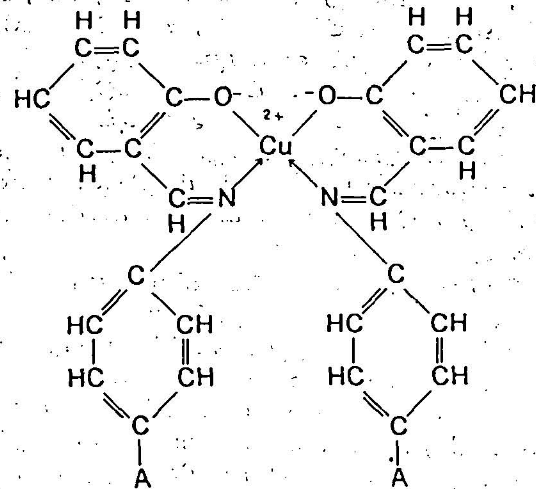




ஃபார்மிக் அமிலத்தின் இருபடி

ஆர்த்தோ நைட்ரோஃபீனால்

இது போலவே சாலிசைல்ஆல்டிஹைடு (salicylal-dehyde) அசெட்டோ அசெட்டிக் எஸ்டரின் ஈனால் வடிவம் போன்றவை மூலக்கூறுகளினுள் தோன்றும்

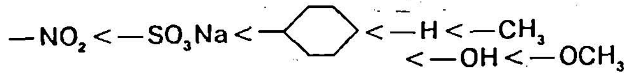


செம்பு இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மம் ஒன்றின் அமைப்பு

இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களாகக் கருதப்படு கின்றன.

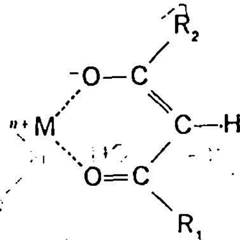
அணைவின் அமைப்பிற்கும் இடுக்கி இணைப்புத் திறனுக்கும் உண்டான தொடர்பு கீழ்க்கண்ட அணைவியின் உதவியால் ஆராயப்பட்டது.

இதில் A என்பது எலெக்ட்ரான் கவர் தொகுதி ஆகும். A இன் எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றலைச் சார்ந்துதான் N அணுவின் எலெக்ட்ரான் செறிவு உள்ளது. கீழ்க்காணும் வரிசையில் A தொகுதிகள் மேற்கண்ட அணைவில் மாறிவரும் போது, இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மத்தின் நிலைப்புத்தன்மை அதிகரித்து வருவதைக் காணலாம்.



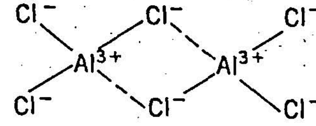
நிலைப்புத்தன்மை குறைவு   நிலைப்புத்தன்மை அதிகம்

இது போன்ற மற்றோர் ஆய்வு β இருகீட்டோன் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களில் ஆராயப்பட்டது.

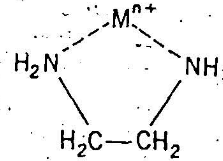


இதில் R_1 என்பது மீத்தைல் தொகுதியில் இருந்து எலெக்ட்ரான் கவர்திறன் அதிகமுடைய மூஃப்புளூரோ மீத்தைல் (trifluromethyl) தொகுதியாக மாற்றும் போது, கிடைத்த இடுக்கி இணைப்பு விளைபொருள்களின் நிலைப்புத்தன்மை பெரிதும் குறைவடைகின்றது.

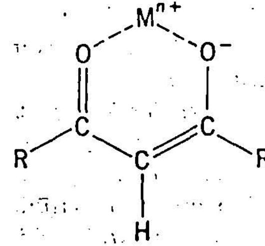
இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களும் வளையங்களின் தன்மையும். இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத்தன்மையும் வளையத்தின் நிலைப்புத்தன்மையும் நெருங்கிய தொடர்பு உடையன. வளையத்தின் நிலைப்புத்தன்மைக்குப் பல காரணங்கள் இருப்பினும் வளையத்தின் பருமன்(size of the ring)முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. நான்கு முதல் 8 அணுக்கள் வரையிலும், அதற்கு மேலான அணுக்களைக் கொண்ட வளைய இடுக்கிச் சேர்மங்கள் அறியப்பட்ட போதிலும் ஐந்து அல்லது ஆறு அணுக்களைக் கொண்ட வளைய இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களே மிகவும் அதிக நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்



அலுமினியம் (III) குளோரைடுவின் இருபடி
(நான்கு அணு வளையம்)



எத்திலீன் இருஅமீன் இடுக்கி இணைப்பு
(ஐந்து அணு வளையம்)



அசெட்டைல் அசெட்டோனேட் இடுக்கி இணைப்பு (ஆறு அணு வளையம்)

துக்காட்டுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்று அணு வளைய இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் உண்டாவது தெளிவாக அறியப்படவில்லை. எனினும் ஹைட்ரசீன் (hydrazine, H_2NNH_2) என்ற அணைவி, கொள்கை அளவில் மூவளைய இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மத்தைத் தருவதாகக் கொள்ளலாம். ஆனால் அது ஒற்றை இடுக்கியாகச் செயல்படுகின்றது.

நான்கு அணு வளையத்தில் திரிபு (strain) அதிகமாக உள்ளதால நிலைப்புத்தன்மை குறைவு. (எ.கா. அலுமினியம் (III) குளோரைடு, இரும்பு) ஐந்து அணு இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் பெருவாரியாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் நிலைப்புத்தன்மை அதிகம். வளையத்தில் திரிபு மிகக் குறைவு. பொதுவாக நிறைவுற்ற கரிம அணைவிகள் இவ்வகை இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களைத் தருகின்றன. இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகளைக் கொண்ட அணைவிகள் பொதுவாக ஆறு அணு இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களைத் தருகின்றன. அணைவியில் ஒரே ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு இருக்குமாயின் ஐந்து அல்லது ஆறு அணு வளையங்கள் தோன்றும்.

ஏழு அல்லது எட்டு அணு வளையங்களும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. அணைவியில் உள்ள வழங்கி அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் அதிகரிக்கும் போது வழங்கி அணுக்கள் பல உலோக அயனிகளுடன் அணைவுச் சேர்மங்களைத் (polymetallic complex) தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக,

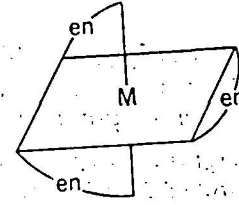
$M^+ —NH_2—CH_2\ CH_2—CH_2—CH_2—NH_2—M^+$ என்பது ஒரு சாதாரண அணைவுச் சேர்மமே அன்றி, இடுக்கி இணைப்பு வளைய வினைப்பொருள் அன்று.

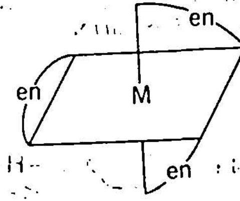
சாதாரண அணைவுச் சேர்மங்களைக் காட்டிலும், இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மையே இடுக்கி இணைப்பு விளைவு (chelate effect) எனப்படும். இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களில் அணைவிகள் மைய உலோக அயனியுடன் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு வழங்கி அணுக்கள் மூலமாக இணைந்திருப்பதால் இச்சேர்மம் சிதைய ஒரேநேரத்தில் ஒன்றுக்கு மேறபட்ட பிணைப்புகள் பிளவுற வேண்டும். ஒவ்வொருபிணைப்பும் தனித்தனியாகப்பிளவுபட்டால் ஒன்றுபிளவுபட்டு மற்றொன்று பிளவுபடும் முதன் முதலில் உள்ள பிளவுபட்ட பிணைப்பு மீண்டும் தோன்றிவிடும். இவ்வகை விளைவு சாதாரண அணைவுச் சேர்மங்களில் உண்டாக வாய்ப்பு இல்லை என்பதால், இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் அதிக நிலைப்புத்தன்மை உடையனவாக உள்ளன. அணைவிகளில் வழங்கி அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட நீளம் அதிகரிக்கும்போது உடைந்த பிணைப்பு மீண்டும் ஏற்படவில்லை என்பதால் அதிக அணு எண்ணிக்கைகளைக் கொண்ட வளைய இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் நிலைப்புத்தன்மை குறைந்தவையாக உள்ளன.

இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களைச் சாதாரண அணைவுச் சேர்மங்களிலிருந்து, நிலைப்புத்தன்மை தவிர வேறு பண்புகளாலும் வேறுபடுத்தலாம். சில இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மை உடையவை. குறிப்பாக அசெட்டைல் அசெட்டோனேட்டு எளிதில் ஆவியாகும் தன்மைக்கும் அவ்விடுக்கி இணைப்புச் சேர்மத்தில் உள்ள மைய உலோக அயனியின் அணைவு எண்ணுக்கும் (coordination number) உள்ள தொடர்பு ஆராயத்தக்கது. இதில் உள்ள உலோக அயனியின் அணைவு எண் உலோக அயனியின் மின்னேற்றத்திற்குச்சமமாகவோ இருமடங்காகவோ இருக்கும் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியவை. பெரில்லியம் இடுக்கி இணைப்பில் Be இன் மின்னேற்றம் 2; அணைவு எண் 4; இது 270°C இல் கொதிக்கின்றது.

இடுக்கி இணைப்புச் சேர்ம மாற்றுருக்கள் (isomers) குறிப்பாக உயிர் வேதியியல் வல்லுநர்களுக்கு மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. உயிர் வேதியியல் வினைகளில் ஒவ்வொரு மாற்றுருவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. எத்திலீன் இரு அமீன் மாற்றியம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

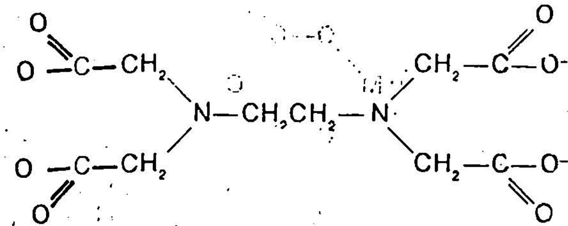
பயன்கள். இடுக்கி இணைப்புகளில் பங்கேற்கும்போது உலோக அயனிகளின் வினைப்படுதிறன் வெகுவாக குறைக்கப்படுகின்றது. இப்பண்பு தொழில் வேதியியலில் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. எத்தி-



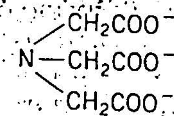


இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களின் ஒளிமாற்றுருக்கள்

லீன் இருஅமீன் நால்அசெட்டிக் அமிலம் (ethylenetetracetic acid, EDTA) என்ற ஆறு இடுக்கி, அணைவி கடின நீரை மென்னீராக்கப் பயன்படுகிறது.



நைட்ரிலோஅசெட்டிக் அமிலம் (nitriloacetic acid-NTA) என்ற நான்கிடுக்கி அணைவி மலிவானதோர் அணைவி ஆகும்; இது போலவே செயல்படும்.



NTA அயனி

கரைசலின் pH போலவே, ஒருகரைசலில் உலோக அயனியின் செறிவு குறிப்பிட்ட அளவில் உலோக அயனி தாங்கல் கரைசல்களைப் (metal-ion-buffer) பயன்படுத்தலாம். காட்டிகளின் (indicator) நிறங்கள் H க்கு ஏற்ப மாறுவது போல் உலோக அயனியின்

செறிவுக்கு ஏற்ப இடுக்கி இணைப்பு ஏற்படுத்தியின் நிறம் மாறுகின்றது, இப்பண்புள்ள இடுக்கி இணைப்பு ஏற்படுத்திகள் பகுப்பு வேதியியலில் (analytical chemistry) நிறங்காட்டிகளாகப் பயன் படுகின்றன. இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் பொது வாகக்கரிமக் கரைப்பான்கள் கரைவதால் உலோக அயனிகளைப் பிரிக்கவும், ஆராயவும் பயன்படு கின்றன.

செம்பு தாலோசைனீன்கள் (copper pthalocy-anines) போன்றவை வியாபார முறையில் முக்கியத் துவம் வாய்ந்த சாயங்கள் ஆகும். தாவரங்களின் சிதைவால் தோன்றும் ஹியூமிக அமிலம் (humic acid), ஃபுல்விக் அமிலம் (fulvic acid) ஆகிய இணைப்பு ஏற்படுத்திகள் ஏரி, கடலடிக் கழிவுகளில் இருக்கும். இவை நீரில் உள்ள உலோக அயனிச் செறிவை மட்டுப்படுத்துகின்றன. மூபாலி பாஸ் பேட்டு அயனி (tripolyphosphate ion) அழுக்கு நீக்கிகள் (detergents) தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது. கடின நீரை மென்னீராக மாற்றும் சியோலைட்டு (zeolite) ஓர் இடுக்கி இணைப்பு ஏற்படுத்தியே ஆகும்.

பி. ஈ. எம். லியாகத் அலிகான்

இடுப்புக் குழி எலும்பு

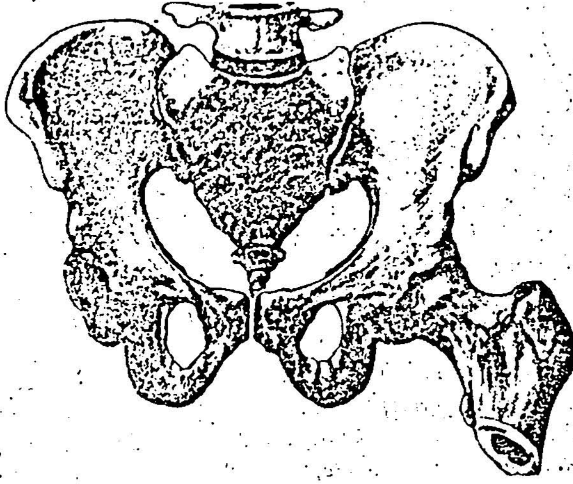
வயிற்றின் கீழ்ப்பகுதி இடுப்புக் குழி (pelvis) எனப் படும். எலும்புகளாலும், நார்த்தசைகளாலும் மற்ற சதைத் திசுக்களாலும் மகப்பேற்றுக் கண்ணோட் டத்தில் இடுப்புக் குழி எலும்பு ஒரு முக்கியமான இடத்தை வகிக்கிறது. இதன் மேல் பகுதி பெரிய அல் லது மாய இடுப்புக் குழி (greater or false pelvis) எனவும், கீழ்ப்பகுதி சிறிய அல்லது உண்மை இடுப் புக்குழி (lesser or true pelvis) எனவும் அழைக்கப் படுகின்றன. இந்தப் பிரிவு நீண்ட முடிவுப்பகுதியில் (linea terminalis) ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இந்நீண்ட முடிவுப் பகுதி என்பது முதல் சேக்ர முள்ளெலும் பின் மேல் விளிம்பு (sacral promontary falac) இலி யத்தின் வளைந்த கோடு (arcuate line), இடுப்பு முன் எலும்பின் பெக்டினியக்கோடு ஆகியவற்றால் ஆனது. இந்தக் கோட்டிற்கு மேற்பாகம் அகலமான பெரிய இடுப்புக் குழியும், கோட்டிற்குக் கீழாகப் பின் புறம் சிறிய இடுப்புக் குழியும் உள்ளன. சிறிய அல் லது உண்மை இடுப்புக் குழியே மகப்பேற்றைச் சார்ந்தது.

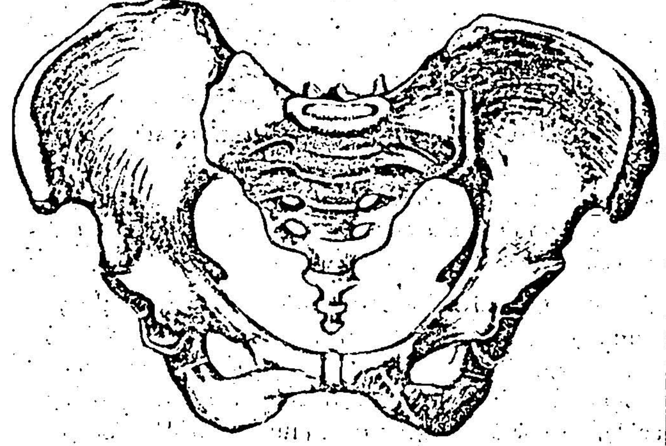
இடுப்புக் குழி எலும்பு ஒரு பாத்திர வடிவிலா னது. இப்பாத்திரத்தின் விளிம்பு, சேக்ர முண்டு மற் றும் இலிய பெக்டினியக் கோட்டால் ஆனது. பாத் திரத்தின் இரு பக்கங்களும் இடுப்புக் குழித் தரை யாலும், எஞ்சிய பகுதி இடுப்புக் குழிச்சுவர்களா லும ஆனவை.

சிறிய இடுப்புக் குழி. இது C போன்ற அமைப் புள்ளது. இதை நுழைவாயில், உள்ளீடு, வெளிவாயில் எனப் பிரிக்கலாம். நுழைவாயிலில் இடுப்புக் குழியின் விளிம்பு உள்ளது. நுழைவாயிலின் சுற்றுப் பகுதியின் வருமாறு. அவை பின்புறம் சேக்ர எலும்பு, பக்கங்க ளில் வளைந்த கோடு மற்றும் பெக்டினியக் கோடு, முன்புறம் இடுப்பு முன் எலும்பு முகடு (pubic crest) ஆகியவை யாகும்.

வெளி வாயிலின் எல்லைக்கோடு தாறுமாறாக இருக்கும். இதன் பின்புறம் காக்சிக்ஸ் எலும்பு முனையும் பக்கவாட்டில் இஸ்கிய முண்டுகளும் முன்புறம் இடுப்பு முன் எலும்பு வளையும் (pubis) உள்ளன. வெளிவாயிலின் பக்கவாட்டில், இஸ்கிய முண்டுகளுக்கும், காக்சிக்ஸ் மற்றும் சேக்ர எலும்புகளுக்கும் இடைவெளி இருக்கும். இந்த அகன்ற இடம், சேக்ர முள்ளெலும்புத் தசைநார் (sacrospinous ligamet) மற்றும் சேக்ரக் குழல் (sacrotuberous) தசைநார்களால் இணைக்கப்படுகி றது. உள்ளறை நீண்ட உருளை வடிவில் நுழைவாயி லுக்கும், வெளி வாயிலுக்கும் இடையே உள்ளது. எலும்புகளையும் தசைநார்களையும் மூடிக்கொண்டு பல தடித்த அகன்ற தசைகளும் அவற்றின் மென் படலங்களும் கொண்டு இருப்பதால் உள்ளீட்டின் அமைப்பு வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. பின்புறம் பைரிபார்மிஸ் மற்றும் காக் சிஜியஸ் தசைகள். வெளிப்புறம் ஆப்டுரேட்டார் இன்டர்னஸ் தசை. கீழ்ப் புறம் லிவேட்டார் ஏனை தசை ஆகியவை இருக்கின்றன. இடுப்புக்குழி விதானம் (pelvic dia-hragm) என்பது லிவேட்டார் ஏனை மற்றும் காக்சி ஜியத் தசைகள் இணைந்த தசைநார்ச் சவ்வாகும். இதுவே இடுப்புக்குழியை அதன் கீழுள்ள பிறப்பு உறுப்பிலிருந்து பிரிக்கிறது. இதன் மூலமாகச் சிறு நீர் வெளிக்குழாய் (urethra), பிறப்புப் பாதை, மற் றும் குதம் வெளிவருகின்றன. எஞ்சிய பகுதி சிறு நீரகப் பிறப்பு உறுப்பு, சவ்வினாலும், பின்பாதி லிவேட்டார் ஏனை தசையாலும் மூடப்பட்டுள்ளன. இடுப்புக் குழி வகை (pelvic peritoneum) கீழ்ப்பாக உடல் உறுப்புக்களின் மேலாகச் சென்று, உறுப்புக ளுக்கு நடுவே சிறு பைகளாகத் தொங்குகின்றது. இதற்கும், வெளிப்புற இடுப்புக்குழி மென்படலத்திற் கும் இடையே கொழுப்புத் திசு, இரத்தக் குழாய் கள், நரம்புகள் ஆகியவை இருக்கின்றன. இந்தப் பட லத்திற்கு வெளிப்புறமாகச் சேக்ர நரம்புப் பின்ன லின் (sacral plexus) முக்கிய நரம்புகள் செல்கின்றன.

இடுப்புக் குழி எலும்பு மாறுபாடுகள். ஆண், பெண் இரு பாலாரின் இடுப்புக் குழி எலும்புக்கும் வெளிப் படையான சில மாறுதல்கள் தெரிகின்றன. பெண் ணின் இடுப்பு எலும்பு, பிறக்கும் குழந்தையின் தலை வெளி வருவதற்கு ஏதுவாக அகலமாகவும், மென் மையாகவும் இருக்கின்றது. ஆணின் எலும்புகள் கடி னமாக இருக்கும். இடுப்பு முன் எலும்பின் கீழ்





இடுப்புக்குழி எலும்பின் முன்பக்கத் தோற்றம்

அ. ஆணின் இடுப்புக்குழி எலும்பு ஆ. பெண்ணின் இடுப்புக்குழி எலும்பு

கோணம் (sub pubic augle) ஆண்களிடம் குறுகியும் பெண்களிடம் அகன்றும் இருக்கும். இடுப்புக் குழி விளிம்பும் (pelvic brim) ஆண், பெண்களில் மாறுபடு கிறது. ஆண்களில் இந்த விளிம்பு பின்புறமாக மிக அகலமாக இதயம் போன்று இருக்கிறது. அதன் வெளிக் கோட்டினைச் சேக்ர முண்டு அழுத்துகிறது. பெண்களில் இந்த விளிம்பு, முன்புறம் அகலமாக நீள் வட்ட வடிவில் இருக்கிறது. இந்த அமைப்பு மாறுபாடு களைக் கொண்டு பெண் தன்மை இடுப்புக் குழி எலும்பு (gynaecoid pelvis), ஆண் தன்மை இடுப்புக் குழி எலும்பு (android pelvis) தட்டையான இடுப்புக் குழி எலும்பு (flaty phylloid pelvis) என்று பலவகை களாகப் பிரிகின்றன.

இடுப்புக் குழி எலும்பின் மூட்டுக்கள். இலியம் எனப் படும் இரு இடுப்பு எலும்புகள், முதுகு முள் எலும் பின் கடைசிப் பகுதிகளாக சேக்ரம், காக்சிக்ஸ் ஆகிய மூன்று வகை எலும்புகள் சேர்ந்து இடுப்புக் குழி எலும்பு அமைகிறது. ஐந்தாவது லம்பார் முள் எலும்பு, சேக்ர எலும்புடன் இணைந்து லம்போ-சேக்ர மூட்டு ஏற்படுகிறது. சேக்ர எலும்பின் 5 துண்டுகளும் இணைந்து, அவை ஒன்றாகக் காக்சிக்ஸ் எலும்புடன் இணைந்து சேக்ரோ காக்சிக்ஸ் மூட்டு ஏற்படுகிறது. இரண்டு பக்கமும் இலிய எலும்பு, சேக்ரத்தின் வெளிப்புறப் பகுதியுடன் இணைந்து சேக்ரோ இலிய மூட்டு ஏற்படுகிறது. இரண்டு இலிய எலும்புகளுக்கும் நடுவில், மேல் பின்புறமாகச் சேக்ர எலும்பு அமைகிறது. வலுவான தசைநார்கள் இந்த மூட்டைத் தாங்குகின்றன.

லம்போ சேக்ர மூட்டு. இது லம்பார் முள் எலும் பும் சேக்ர எலும்பும் இணையும் மூட்டு. இரு லம்பார் முள் எலும்புகள் இணையும் மூட்டைப் போலவே இது இருக்கிறது. ஆனால் முள்ளெலும்பு இடைத் தட்டு (intervertebral disc) அதிகமாக ஆப்பு (wedge) வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. இதனால் மூட்டு நன்கு வளைய ஏதுவாகிறது. வலுவான இலிய லம்பார் தசைநார் இருப்பதாலும், மூட்டின் இணை யும் பகுதிகள் அதிக இடைவெளியுடன் இருப்ப தாலும் இந்த மூட்டின் நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக் கிறது.

சேக்ர இலிய மூட்டு. வல, இடப்பக்கமுள்ள இந்தச் சவ்வு மூட்டு (synovial joint) அதிக வலுவுடையது. உடலின் எடையை இடுப்பு எலும்புகளுக்குச் செலுத் துவதே இதன் பணி. எனவே, இவைகளுக்கு அசைவு குறைவு. இரு இலிய எலும்புகளுக்கும் இடையே சேக்ரம் நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டு இருப்பதால், இந்த எலும்புகள் இணையும் பரப்பு (articular surface) சமமாகப் பொருந்துகின்றது. மிகவும் வலு வான தசை நார்ப் பட்டைகள், முன் பின் சேக்ர இலியத்தசைநார்கள் இந்த எலும்புகளை நிலை நிறுத் துகின்றன.

இடுப்புக் குழி எலும்பு அசையும் போதும் சாயும் போதும் ஏற்படும் அதிர்வுகளைச் சேக்ரக் குழல் மற்றும் சேக்ர முள்ளெலும்புத் தசைநார்கள் ஏற்றுக் கொண்டு விடுகின்றன. உட்புறச் சேக்ர இலியத்தசை நார் ஒரு மெல்லிய நாடா போன்று இருப்பதால் மூட்டின் உட்பகுதியை மூடுவது மட்டுமே இதன் பணியாகும்.

சேக்ர இலிய மூட்டுக்களின் அசைவு. இது தசை நார்களையே முழுதும் சார்ந்து இருக்கிறது. இரு இணையும் பரப்புகளும் விரியும் தளத்தில் இருக் கின்றன. ஐந்தாவது லம்பார் முள்ளெலும்பின் எடை, சேக்ர எலும்பைக் கீழ்நோக்கித் தள்ளுகிறது. மூட் டினை நிலைநிறுத்த எலும்புகளின் உதவி தேவை யில்லை. எலும்புகளின் பரப்புகள் உடலின் எடை யைத் தாங்குவதில்லை. உடலின் எடை, சேக்ர இலியத் தசைநார்களால் தாங்கப்படுகின்றது. முழங்

காலை மடிக்காமல் நின்று கொண்டு கால் விரல் களைத் தொடுவதற்குக்குனியும்போதுகுறுக்குக்கோடு லேசாகச் சுழல்கிறது. கால்களுக்கு ஏற்படும் அதிர்வை நேரிடையாக முள்ளெலும்புக்குச் செல்லாமல் தடுப்பதே இதன் பணி. எடுத்துக்காட்டாக, உயரத்திலிருந்து கீழே குதித்தலைக் கூறலாம்.

வயது அதிகமாகும்போது, இந்த மூட்டு, எலும்பாக மாறக்கூடும். பெண்களில், கருவின் கடைசி மாதங்களில், இந்த மூட்டும் தசை நார்களும் இளகி, மென்மையாகி, குழந்தையின் தலை வெளியில் எளிதாக வருவதற்கு ஏற்றனவாக அமைகின்றன.

ந. கங்கா

நூலோதி

1. Last. R. J., Anatomy, Regional and Applied, 6th Edition, The English Language Book Society and Churchill Livliugstone, Edinburgh-Singapore, 1978.
2. Romanes. G.J., Cunninghams Manual of Practical Anatomy, Volume II, 14th Edition, The English Language Book Society and Oxford Press, Oxford, 1977.

இடுப்புக்குழிக் குறைபாடு

இடுப்புக்குழிக்குறைபாடு (pelvic deformity) என்பது சுருங்கிய இடுப்புக்குழி (contracted pelvis) என்று மகப்பேற்றின் கண்ணோட்டத்தில் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்தச் சுருக்கம் ஏதாவது ஒரு தளத்தில் ஒன்று அல்லது அதற்குமேற்பட்ட விட்டம், இயல்பைவிடக் குறைவான அளவில் இருப்பதால் ஏற்படுகிறது. இந்தச் சுருக்கம், சமச்சீர்மை உள்ளதாகவோ (symmetrical) அல்லது அற்றதாகவோ (asymmetrical) இருக்கக்கூடும். சமச்சீர்மை அற்றதாக இருந்தால் பல்வேறு விதமான குறைபாடுகள் ஏற்படக் கூடும். இடுப்புக் குழியின் விளிம்பு, நுழைவாயில், உள்ளீடு அல்லது வெளிவாயில் ஆகியவற்றில் தனிப்பட்ட அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பகுதிகளில் சுருக்கம் இருக்கலாம். சுருங்கிய இடுப்புக்குழி மகப்பேறு காலங்களில் மிகவும் ஆபத்தானது.

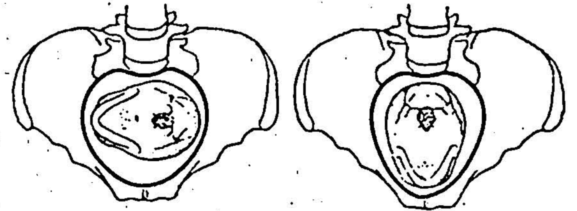
கடந்த காலங்களில் மிகவும் கண்கூடான குறைபாடுகள் மட்டுமே சோதனைகள் மூலம் கண்டறியப்பட்டன. ஆனால் இப்போது மிக நுண்ணிய வேறுபாடுகளும் கதிர்வீச்சு முறைகளால் கண்டறியப்பட்டு அவற்றின் முக்கியத்துவமும் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன.

இடுப்புக்குழியில் குறைபாடுகள் ஏற்படும் விதம். இடுப்பு எலும்பு வளர்ச்சியில் ஏற்படும் சிறு தவறுகளால் இவை ஏற்படுகின்றன. சிறுவயதில் ஏற்படும் சத்துணவுக் குறைபாடுகள், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை மாறுதல்கள், இடுப்பெலும்பு நோய்கள் முதலியவைகள் தவறுகளுக்குக் காரணங்களாகும். முதுகு முள்ளெலும்பு மற்றும் கால்களில் ஏற்படும் சில நோய்களாலும் இடுப்புக் குழிக் குறைபாடுகள் ஏற்படக் கூடும்.

சுருங்கிய இடுப்புக் குழியைப் பற்றி விவரிக்கப் பிரிவுகள் (classification) பல இருப்பினும் மன்ரோக்கார் வகைப்பாடே (munrokarr classification) பொதுவாகப் பின்பற்றப்படுகிறது.

மன்ரோக்கார் வகைபாடு

தவறான வளர்ச்சியால் ஏற்படும் குறைபாடுகள். அவை ஜெஸ்ட்டோ மேஜர் இடுப்பு எலும்பு (justo major), ஜெஸ்ட்டோ மைனர் (justo minor) அல்லது பொதுவாகச் சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு, சிக்கலில்லாத தட்டையான ரிக்கெட்ஸ் அல்லாத இடுப்பு எலும்பு (simple flat non-rachitic pelvis), நேக்கிளியின் இடுப்பு எலும்பு (naegeles pelvis) ஒரு சேக்ர இறகு முழுமையல்லாத வளர்ச்சி, ராபர்ட்டின் இடுப்பு எலும்பு (robert's pelbis) இரு சேக்ர இறகுகளும் முழுமையல்லாத வளர்ச்சி, பிளந்த இடுப்பு எலும்பு (sblit pelvis) இடுப்பு முன் எலும்பு முழுமையல்லாத வளர்ச்சி, தன்மயமாக்கப்பட்ட இடுப்பு எலும்பு (assimilation pelvis) என்பனவாகும்.



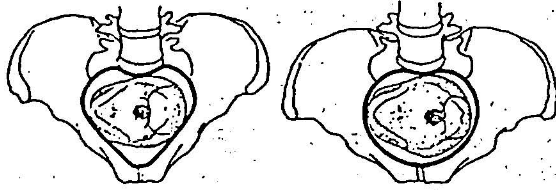
படம் 1. இயல்பான இடுப்புக்குழி எலும்பு

அ. வட்டம் ஆ. நீள்வட்டம்

இடுப்பு எலும்பு மற்றும் மூட்டுக்களின் நோய்களால் ஏற்படும் குறைபாடுகள். அவை, ரிக்கெட்ஸ் - வைட்டமின் டி குறைவு நோய், எலும்பு மிருதுவாதல் (osteomalacia); புதிய வளர்ச்சிகள் (new growths); எலும்பு முறிவுகள், சூம்புதல், அரித்தல் அழுகுதல் (atrophy, caries, recrosis); சேக்ர இலிய, சேக்ர காக்சிஜியல் மூட்டு நோய்கள் சேக்ர இலிய மூட்டுத் தழைதல் (subluxation) முதலியனவாகும்.

முள்ளெலும்புச்சர நோய்களால் குறைபாடுகள். அவை கூன்விழுதல் (kyphosis), பக்கவாட்டில் வளைதல் (scoliosis), முள்ளெலும்பு ஒட்டிக் கொள்ளுதல் (spondylolisthesis) என்பனவாகும்.

கால் நோய்களால் ஏற்படும் குறைபாடுகள். அவை இடுப்பு எலும்புச் சுழற்சி (coxities), ஒன்று அல்லது இரண்டு தொடை எலும்புகள் (femur) நழுவுதல், ஒரு கால் இழப்பு, ஒரு கால் சூம்புதல் முதலியனவாகும்.



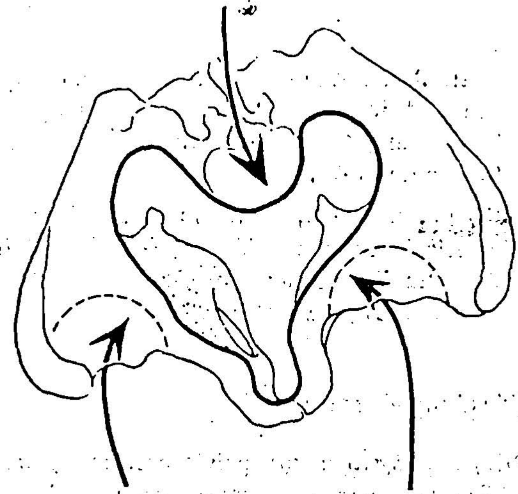
படம் 2. குறைபாடு உள்ள இடுப்புக் குழி எலும்பு
அ. முக்கோண அமைப்பு ஆ. தட்டையான அமைப்பு

இந்த வரையறைகள் எதிலும் சேராத மற்றும் புதியனவாகக் கண்டுபிடிக்கப்படும் பல குறைபாடுகளும் முதற் பிரிவில் சேர்க்கப்படுகின்றன. கால்டுவெல் (Caldwell) மற்றும் மோலாய் (Moloy) என்பவர்களும் இடுப்பு எலும்பின் பல்வேறு மாறுதல்களையும் விவரித்துள்ளனர்.

காணப்படும் அளவு. வைட்டமின் டி பற்றாக் குறை, எலும்பு மிருதுவாதல் முதலிய நோய்கள் அதிகம் காணப்படுபவர்களிடம் இடுப்பு எலும்புச் சுருக்கம் அதிகம் காணப்படுகிறது.

காணப்படும் அளவின்படி, சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு வகைகளைக் கீழ்க்காணுமாறு வரிசைப் படுத்தலாம். அவை சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு, சிறிய பெண்தன்மை உடைய (small gynaecoid) தட்டையான இடுப்பு எலும்பு, (platy pelloid) பொதுவாகச்சுருங்கிய, தட்டையான இடுப்பு எலும்பு (small gynaecoid and platypelloid), ஆண் தன்மையுடைய புனல் போன்ற இடுப்பு எலும்பு (android), எலும்பு மெதுவாதலால் ஏற்படும், முப்பிரிவு இடுப்பு எலும்பு (tri radiate pelvis) சாய்வாகச் சிதைந்த இடுப்பு (obliquely distorted pelvis) என்பனவாகும்.

இடுப்பெலும்புச் சுருக்கத்தைக் கண்டறிதல். சுமார் 50 ஆண்டுகளாக மகப்பேற்றுத் துறையில் ஏற்பட்டிருக்கும் பலவித முன்னேற்றங்கள் காரணமாக, இடுப்பு எலும்புச் சுருக்கமும் அதன் விளைவுகளும் வெகுவாகக் குறைந்து இருக்கின்றன. நல்ல சத்துணவும் வாழ்க்கை முறை முன்னேற்றங்களும், சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலை மேம்பாடுகளும் காரணமாகச் சில நோய்கள் ஒழிக்கப்பட்டிருப்பதும் இதற்குக் காரணங்களாகும். இருப்பினும் இந்தக் குறைபாடு அறவே நீக்கப்படவில்லை. தற்போது இடுப்பு எலும்பு மாறுபட்ட அமைப்பாலும், குழந்தையின் தலைக்கும் தாயின் இடுப்புக் குழிக்கும் உள்ள பொருந்தா விகிதத்தாலும் (cephalopelivic disporportion) மகப்பேற்றில் சிரமங்கள் ஏற்படுகின்றன. இயல்பான அளவுடைய இடுப்புக் குழியாக இருப்பினும் குழந்தையின் தலை பெரிதாக இருந்தால், அதன் விளைவாகச் சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு போன்றே இருக்கிறது. எனவே தற்காலத்தில் தலையும் இடுப்பும் பொருந்தா விகிதத்தின் கண்ணோட்டத்துடனேயே சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு பற்றிக்கூறப்படுகிறது.



படம் 3. எலும்பு மிருதுவானதால் ஏற்பட்ட குறைபாடு

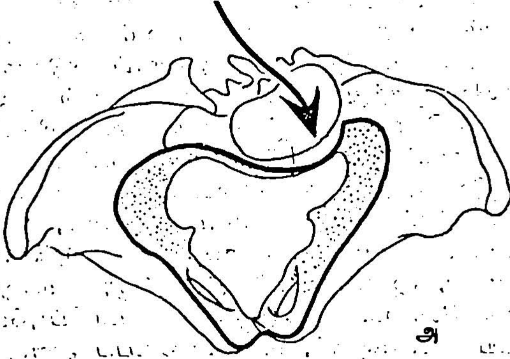
இடுப்பு எலும்பின் எந்தப் பகுதியிலும் சுருக்கம் இருக்கலாம். விளிம்பு அல்லது நுழைவாயிலின் எல்லா விட்டங்களும் சுருங்கி இருந்தால், பொதுவாக உள்ளீடும் வெளிவாயிலும் சுருங்கியே காணப்படும். வெளிவாயில் மட்டும் சுருங்கி இருப்பது அரிது. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட விட்டம் சுருங்கி இருக்கலாம். ஒருவிட்டம் சுருங்கி இருப்பின் மற்ற விட்டங்கள் அளவுஅதிகமாக இருப்பதால் குறை ஈடு செய்யப்படுகிறது. எனவே இடுப்புக்குழி உள்ளீட்டின் கொள்ளளவை நிர்ணயம் செய்வதே முக்கியமாகும். பேறுகாலத்திற்கு முன்பு கீழ்க் காண்பவைகளுக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்படல் வேண்டும்.

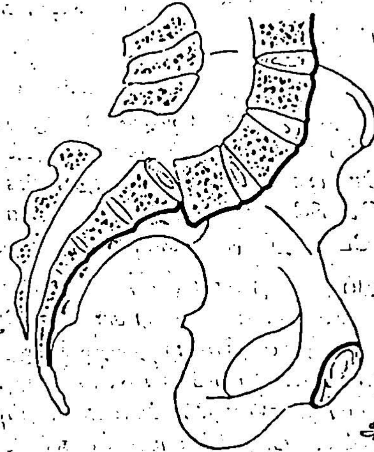
நோயின் முன் வரலாறு. வைட்டமின் டி பற்றாக் குறை, எலும்பு மிருதுவாதல், இளம்பிள்ளைவாதம், இடுப்பு எலும்பு, காச நோய், இடுப்பு எலும்பு அல்லது கால் எலும்புகள் முறிவு முதலியவற்றில் ஏதேனும் ஏற்பட்டு இருக்கிறதா என்ற விவரம் அறிய வேண்டும்.

மகப்பேறு நோய்கள். முன்பு ஏற்பட்ட மகப்பேறுகளின் தன்மை, சிரமமான மகப்பேறு, இறந்த குழந்தை பிறப்பு, பிறந்த உடன் குழந்தை இறத்தல்

போன்ற விவரங்களை அறிய வேண்டும். ஒரு மகப்பேறு சிரமமின்றி, புணர்வாய் வழியாகச் சாதாரண முறையில் நடந்திருந்தால், தலை இடுப்புப் பொருந்தா விகிதம் இல்லை என்று கருத வேண்டும்.

உடல் பரிசோதனை. குட்டையான பெண்களுக்குச் சிறிய இடுப்பு எலும்பு இருக்கும், அவர்களின் குழந்தையும் சிறியதாகவே இருக்கும். இருப்பினும் இவர்களைச் சரிவரக் கவனித்தல் அவசியம். வெளித் தள்ளிய வயிறு, கீழ்ப்புற முள்ளெலும்புக் குறைபாடுகள், கால் குட்டையாதல், இடுப்பு எலும்புச் சாய்வு, வாத்து நடை ஆகியவை சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு இருப்பதைக் காட்டும். இவற்றுடன் வேறு நோய்கள் இருப்பதையும் சோதித்து அறிய வேண்டும்.





படம் 4. முள்ளெலும்பு நோய்களால் குறைபாடு

அ. பக்கவாட்டு வளைவு ஆ. கூன் விழுதல்

மகப்பேறு ஆய்வு. பேறுகாலம் முடியும் தறுவாயில், குழந்தையின் தலை, இடுப்புக் குழியில் இறங்காமல் மிதந்து கொண்டு இருப்பது சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு இருப்பதைக் குறிப்பிடும். தலையின் கோணம் மாறுபட்டு இருந்தால், சுருக்கத்தைப் போன்ற மாயத் தோற்றத்தை அளிக்கும். சுருக்கமும் சேர்ந்து இருப்பின் அது அதிகத் தொல்லை தரும்.

இடுப்புக் குழி அளவு முறைகள். வெளிப்புற உட்புற இடுப்புக்குழி அளவெடுத்தல், இடுப்பு எலும்புச் சுருக்கத்தைக் கண்டறிய மிகவும் பயன்படும் முறையாகும். பேறுகாலத்தில் 36 வாரங்களுக்கு மேல்இந்த அளவு முறைகள் கருவுற்ற ஒவ்வொரு பெண் மணிக்கும் செய்து பார்த்தல் அவசியம்.

இடுப்பு எலும்புக் குறைபாட்டின் விளைவுகள். சரிவரக் கவனிக்கப் படாவிட்டால் தாய்க்கும் குழந்தைக்கும் மிகக் கொடிய விளைவுகள் ஏற்படக் கூடும். பிள்ளைப் பேறு தடைப்பட்டு, கருப்பை வெடிப்பதால் தாயும், மூச்சுத் திணறலால் சேயும் இறக்கக் கூடும். ஓரளவு சுருங்கிய இடுப்பு எலும்பு உள்ளவர்களுக்கு குழந்தை இறந்து பிறத்தல், காயங்களுடன் பிறந்து பின் இறத்தல் ஆகியவை நேரிடலாம். குழந்தையின் உடலில் பலவிதமான காயங்கள் ஏற்படலாம். தலையில் இரத்தம் உறைதல் (cephalhematoma) தலை எலும்பு முறிவு போன்றவை முக்கியமானவை.

தாயின் சிறுநீர்ப்பை மற்றும் மலக்குடல் குழந்தையில் தலை அழுத்தத்தால் நசுங்கி அழுகி, புணர்வாய் இணைப்புகள் ஏற்படலாம். அவை சிறுநீர்ப்பை பிரிப்புக் கால்வாய் இணைப்பு (vesico vaginal fistula) மலக்குடல் புணர்வாய் இணைப்பு (rectovaginal fistula) என்பன. தாயின் இடுப்பு முன் எலும்புக் கூட்டு வெடிக்கலாம் அல்லது விலகலாம். சேக்ர இலிய மூட்டுக்களும் விலகலாம். இடுப்பு எலும்பின் எந்தப் பகுதியும் முறியலாம். இடுப்பு நரம்புகள் நீண்ட நேரம் அழுத்தப்படுவதால் கால் நரம்புகள் தொடர்பான நோய்கள் வரலாம். பேறுகாலத்திற்குப் பின், நோய்க் கிருமித் தாக்குதல் ஏற்பட ஏதுவாகும். பேறு காலத்தில் பல்வேறு மாறுதல்கள் ஏற்படுவதால் மிகுந்த கவனத்துடன் செயல்படுதல் அவசியம்.

ந. கங்கா

நூலோதி

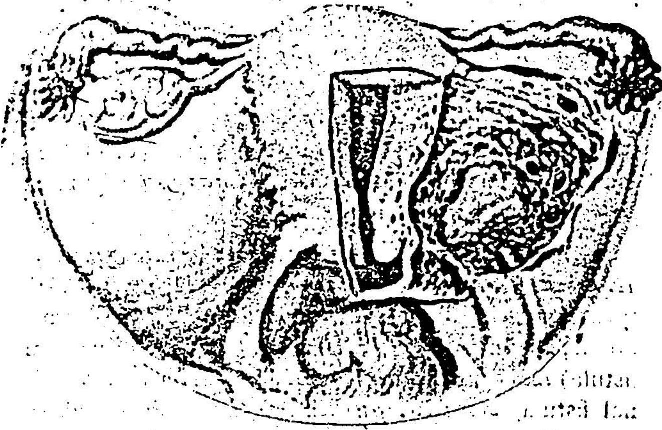
1. Mudaliar, A. L., & Krishna Menon, Clinical Obstetries, 8th Edition, Orient Langnan, Madras, 1978.

இடுப்புக்குழி நோய்

பெண்களின் உள் பிறப்பு உறுப்புக்களை நுண் நோய்க் கிருமிகள் தாக்குவதால் வரும் நோயை இடுப்புக்குழி நோய் என்கிறோம். பெண்குறி இயல் மருத்துவப் பகுதியில் உள்ள நோயாளிகளில் 15முதல் 20 விழுக்காடு வரை இடுப்புக்குழி நோயினால் பாதிக்கப்பட்டவர்களாக இருப்பதே இதன் முக்கியத்துவத்திற்குச் சான்றாகிறது. 15 முதல் 35 வயது வரை உள்ளவர்களே இந்நோயினால் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றனர். பிறப்பு உறுப்புக்களில் குறிப்பாகக் கருக்குழாயே இந்நோயினால் தாக்கப்

படுகின்றன. நோயின் அறிகுறிகளால், ஆரம்ப காலத்திலேயே தகுந்த மருத்துவரை அணுகிச் சிகிச்சை பெறுவதன் மூலம் பின் விளையும் குறைபாடுகளைத் தவிர்க்க முடியும்.

இடுப்புக்குழி நோயினைப் பற்றி நன்றாக அறிந்து கொள்வதற்குப் பெண்களின் பிறப்பு உறுப்புக்களைப் பற்றி ஆராய்வோம்.



படம் 1.

இடுப்புக்குழி நோய்க்கான முன் காரணங்கள் பிறப்பு உறுப்புக்களில் அறுவை சிகிச்சை, மகப்பேறு கருச் சிதைவு, கருத்தடையங்கள் பொருத்துதல், நுண் கிருமி எதிர்ப்பு முன்னேற்பாடின்றி அடிக்கடி உள்ளுறுப்புப் பரிசோதனை செய்தல், பிறப்பு உறுப்புக்கள் புற்றுநோய், பிறப்பு உறுப்புக்களின் அருகில் இருக்கும் உறுப்புகளில் நோய் ஆகியன இந்நோய்க்கான காரணங்களாகும்.



படம் 2. கிருமிகள் செல்லும் வழிகள்

பரவும் முறை. நுண்கிருமிகள் கருப்பையின் வாய்ப் புறம் வழியாகவோ, இரத்தக் குழாய்கள் வழியாகவோ, நிணநீர்க்குழாய்கள் வழியாகவோ, அருகே உள்ள உறுப்புகளிலிருந்து நேரடியாகவோ பரவலாம்.

இந்நோயைப் பரப்புவதில் காசநோய்க் கிருமிகளும், பால்வினை நோய்க் கிருமிகளும் முதலிடம் வகிக்கின்றன.

உறுப்புகளில் ஏற்படும் பாதிப்புகள். நோய்க்கிருமிகள் பிறப்பு உறுப்புகளைப் புண்ணாக்கிச் சீழ்பிடிக்கச் செய்கின்றன. தொடக்கக் காலத்திலேயே இதனை அறிந்து குணமாக்க முயலாவிட்டால், இந்நோய்க்கிருமிகள் இந்த உறுப்புகளைப் பாதிப்பதோடு நின்றுவிடாமல், இரத்தக் குழாய்களின் வழியாக உடல் முழுதும் பரவும். இதனால் மரணம் கூட நேரிடலாம். சில சமயங்களில் இந்த நோய் கடுமையற்ற நிலையில் இருந்துகொண்டு நாளடைவில் நலமின்மையைக் கொடுக்கும். இந்நோய்க்கான அறிகுறிகள், நடுக்கத்துடன் கூடிய கடுமையான காய்ச்சல், அடிவயிற்றில் வலி, துர்நாற்றத்துடன் கூடிய வெள்ளை வெளிப்படுதல், வயிற்று வீக்கம், பலவீனம், வாந்தி, தலைவலி, மலட்டுத்தன்மை, மாதவிலக்கில் கோளாறு, சிறுநீரிலும் மலப்போக்கிலும் மாறுதல், இரத்த சோகை, பால் உறவில் பாதிப்புபோன்றவையாகும். மேலும், உடலின் வெப்ப அளவு கூடுதல், அடிவயிற்றில் அழுத்தும்போது மிகுதியான வலி, உள்பரிசோதனையில் வலியுடன் கூடிய கட்டி ஆகியன ஏற்படும்.

தீய விளைவுகள். இந்நோயினால் இடுப்புக்குழியில் சீழ்க்கட்டி, வயிற்று உள்ளுறை அழற்சி, நோய்க் கிருமிகள் இரத்தநாளங்கள் மூலம் உடல் முழுதும் பரவுதல் செப்டிசீமியா, மலட்டுத் தன்மை, கருப்பைக்கு வெளியே கருவளர்தல், மாதவிலக்கில் கோளாறு போன்ற தீய விளைவுகள் ஏற்படும்.

முன் தடுப்பு முறைகள். தகுந்த சுகாதார முறைகளை மாத விலக்கு, மகப்பேறு காலங்களிலும், கருச் சிதைவிற்குப் பிறகும் பின்பற்றுவதால் இந்நோயைத் தவிர்க்கலாம். உள் பரிசோதனைகளையும் நுண் கிருமி எதிர்ப்பு முன்னேற்பாட்டுடன் செய்தல் வேண்டும். நோயினால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் தொடக்கக் காலத்திலேயே தகுந்த சிகிச்சை பெறுவதன் மூலம் நோயினால் வரும் கோளாறுகளைத் தவிர்க்கலாம்.

சிகிச்சை முறைகள். நோயின் கடுமையைப் பொறுத்து நோயாளிகளை உள்நோயாளிகளாகவோ, வெளி நோயாளிகளாகவோ சிகிச்சை கொடுக்கலாம்.

வெளி நோயாளிகளின் சிகிச்சை முறை. காய்ச்சல் 38.5° செ. முதல் 39° செ. இருந்தால், நோயினை உண்டாக்கும் நுண் கிருமிகளுக்கேற்ற நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளைத் தகுந்த அளவில் தகுந்த காலம்

வரை கொடுத்தல், நோய்க்கு வழிவகுக்கும் கருத் தடையங்கள் போன்றவற்றை வெளியாக்குதல், வலி, காய்ச்சல் ஆகியவற்றை அகற்றும் மருந்துகளைப் பயன்படுத்துதல் ஆகியன சிகிச்சை முறைகளாகும்.

உள்நோயாளிகள் சிகிச்சை முறை. கடுமையான அறிகுறிகளுடன் காய்ச்சல் 39° செ. க்கு மேல் பாதிக் கப்பட்டவர்கள் இருந்தால் அவர்களை உடனடியாக உள் நோயாளிகளாக மருத்துவமனையில் சேர்க்க வேண்டும். அவர்களுக்குக் கட்டாய ஓய்வு, உணவு உட்கொள்ளுவதைக் குறைத்துக் கொள்ளல், சிரைகள் வழியாகச் சத்துள்ள நீர்மங்களை ஏற்றுதல், வயிற்று உப்புசம் இருந்தால் மூக்கின் வழியாகக் குழாயி னைச் செலுத்தி உறிஞ்சுதல், நுண்ணுயிர்க் கொல்லி கள் குறிப்பாகப் பென்சிலின், டெட்ராசைக்ளின் போன்றவை கொடுத்தல் வேண்டும். அப்படியும் முன் னேற்றம் இல்லாமல் அறிகுறிகள் கடுமையானால் அறுவை சிகிச்சைகளின் மூலம் பாதிக்கப்பட்ட உறுப் புகளை அகற்றுதல் போன்ற சிகிச்சைகள் அளிக்க வேண்டும்.

நோயின் தொடக்கக் காலத்திலேயே தகுந்த சிகிச்சை முறைகளைத் தேவையான காலம்வரை பின்பற்றுவதன் மூலம் முழுமையாகக் குணம் அடை யலாம்.

நூலோதி ப. ந. காந்தாமணி

1. Derek Llewellys, Jones, Fundamentals of Obstrics and Gynaecology, Vol. 2, The English Language Book Society, Oxford, 1980.

2. Jonəs, W.H., Georgeanna Seegar Jones, Novak's Text Book of Gynecology, Williams and Wilkin's Company, Baltimore, 1981.

இடுப்புக் குழியளவு நிர்ணயம்

இடுப்புக் குழியின் அளவுகள் மகப்பேறு கண்ணோட் டத்தில் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. வெளி அளவு, உள் அளவு இரண்டும் மிகவும் அவசியமா னவை. வெளி அளவுகளைக் கணக்கிடுவது எளிதாக இருப்பினும் மகப்பேறு தொடர்பாகப் பெரும் பயன் இல்லை. உள் அளவுகள் மிகவும் பயனுடையதாக இருப்பினும், அவற்றைக் கணக்கிடுவது எளிதல்ல, நோயாளிக்கும் இம்முறை அசௌகரியமானது. கோணக்கூட்டு (diagonal conjugate) அளவைத் தவிர, மற்றவை சாதாரணமாக அளக்கப்படுவதில்லை. மகப்பேறு சமயத்தில், குழந்தை கடந்து வர வேண் டிய இறுகலான பாதையின் தரத்தை அறிய இவ்வள வுகள் உதவுகின்றன. எலும்புக் கூட்டில் தெரியும் அளவுகளை விட, உயிருள்ள மனிதர்களில் இந்த அளவுகள் குறைவாக இருக்கும். தசைகளாலும், மற்ற மென்மையான திசுக்களாலும் எலும்புகள் மூடப் பட்டு இருப்பதே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.

கதிர்வீச்சு முறையில் இடுப்புக் குழி அளவெடுத்தல். (radio pelvimentry). இடுப்புக் குழியின் நுழைவா யில், உள்ளீடு, வெளிவாயில் ஆகியவற்றின் பல்வேறு அளவுகளை மிகத் துல்லியமாக இம்முறையால் அறிய லாம். முதல் பிரசவத்திற்கு முன்பும், சிரமமான மகப் பேறு வரலாறுகளைக் கொண்ட பெண்மணிகளுக் கும் கதிர்வீச்சு முறை அளவீடு கட்டாயமாகச் செய் யப்பட்டு வந்தது. ஆனால் கதிர்வீச்சின் எதிர் விளை வுகளை இப்போது நன்கு அறிந்திருப்பதால் இம் முறை அவ்வளவாக மேற்கொள்ளப்படுவதில்லை.



படம் X கதிர் அளவு நிர்ணயம்

இடுப்புக்குழி நுழைவாயில் அளவுகள் (pelvic inlet measurement). இவை மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந் தவை. நுழைவாயில் விளிம்பு அளவுகள் குறைந்து இருந்தால் பேறு காலத்திற்கு முன்பாகவே அவற் றைக் கண்டறிந்து அவற்றிற்கான சிகிச்சையையும் அளிக்க முடியும்.

சாதாரணமாக எடுக்கப்படும் வெளி அளவுகள்

முட்களுக்கிடை விட்டம் (inter spinous diameter). இரு இலிய முன் மேல் முட்களின் (anterior superior iliac spine) வெளி விளிம்புகளுக்கு இடைப்பட்ட அளவு சாதாரணமாக 25 செ. மீ. இருக்கும்.

உச்சிகளுக்கிடை விட்டம் (inter cristal diameter). இரு இலிய எலும்பு உச்சிகளின் (iliac crest) வெளி விளிம்புகளுக்கு இடைப்பட்ட மிக அகலமான அளவு சாதாரணமாக 27.5 செ. மீ. இருக்கும்.

வெளிக் கூட்டு விட்டம் (external conjugate diameter). இது பாடிலாக் விட்டம் (diameter of baudelocque) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது கடைசி முள்ளெலும்பின் முள்ளுக்குச் சிறிது கீழுள்ள பள்ளத் திற்கும் இடுப்பு முன்புற எலும்பு இணைப்பின் (public symphysis) நடு உச்சிக்கும் இடைப்பட்ட

அளவாகும். இது சாதாரணமாக 20 செ. மீ. இருக்கும்.

தொடை எலும்பு பெரிய முண்டு இடை விட்டம். (intertlochantelic diameter). இது இரு பெரிய முண்டுக்கும் இடைப்பட்ட அகலமாகும். இது 31 செ.மீ. இருக்கும். இந்த நேரிடையல்லாத அளவு முறைகள் சரியான விவரங்களைத் தருவதில்லை. இவை தற்போது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. கீழ்க்காணும் மாற்றியமைக்கப்பட்ட அளவு முறைகள், மிகவும் பயனுடைய விவரங்களைத் தருகின்றன.

இரு இஸ்கிய விட்டம் (bilschial diameter). ஜார்சாஸ் (jarchos) அல்லது தாமஸ் இடுக்கியால் இதை அளக்கலாம். இது முண்டு இடைவிட்டம் (inter tuberous diameter) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இரு இஸ்கிய முண்டுகளின் (ischial tuberosity) உள் பக்கங்களுக்கு இடைப்பட்ட அளவு 8செ.மீ. அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அளவு சரியானதென்று கருதப்படுகிறது.

இடுப்புக் குழி வெளிவாயில் பின்பிற நேர்விட்டம் (posterior agittal diameter of the pelvic outlet) இது இரு இஸ்கிய முண்டுகளுக்கும் இடைப்பட்ட நேர்கோட்டின் மையப்புள்ளிக்கும், சேக்ர எலும்பின் முனையின் வெளிப்புறத்துக்கும் உள்ள அளவாகும். சாதாரணமாக இது 7 செ.மீ. இருக்கும்.

இடுப்புக் குழி நுழைவாயிலின் கோணக் கூட்டு விட்டம் (diagonal conjugate of the pelvic inlet). இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பின் கீழ் விளிம்பின் உட்புறத்திற்கும், சேக்ர முண்டிற்கும் இடைப்பட்ட அளவாகும். 11.5 செ.மீ அல்லது அதற்கு அதிகமான அளவு இயற்கையாகக் கருதப்படுகிறது. உண்மை இடுப்புக் குழிக்கு (true pelvis) பல தளங்களில் அளவுகள் எடுக்கப்படுகின்றன. அவற்றிற்கான தளங்கள் இடுப்புக் குழி நுழைவாயில் தளம், இடுப்புக் குழி வெளி வாயில் தளம், உள்ளீட்டின் மிகப் பெரிய அளவின் தளம், உள்ளீட்டின் மிகச் சிறிய அளவின் தளம் முதலியனவாகும்.

இடுப்புக் குழி நுழைவாயில். இதன் அளவுகள் மகப்பேற்றுக்கு மிகவும் முக்கியமானவை.

1. **மகப்பேற்றுக்கூட்டு (obstetrical conjugate)** என்பது இவற்றுள் மிகவும் முக்கியமானது. இது சேக்ர முண்டிற்கும் இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பின் பின்பக்கத்தின் உச்சிக்கும் இடையிலுள்ள அளவாகும். இது சுமார் 10 செ.மீ. இருக்கும்.

2. **உட்கூறு முறைக் கூட்டு (anatomical conjugate or conjugate vera).** இது சேக்ர முண்டிற்கும் இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பின் உட்பகுதியின் மேல் பாகத்திற்கும் இடைப்பட்ட அளவாகும்.

3. **கோணக் கூட்டு (diagonal conjugate).** இது சேக்ர முண்டிற்கும் இடுப்பு முன் எலும்பு வளையின் சிகரத்திற்கும் இடைப்பட்ட தூரமாகும்.

4. **உண்மைக்கூட்டு (true conjugate).** இதன் அளவைக் கணிப்பதற்குக் குறுக்குக் கூட்டு மிகவும் உபயோகமாக இருக்கிறது. குறுக்குக் கூட்டிலிருந்து 2 செ.மீ. கழித்தால், உண்மைக் கூட்டின் அளவு கிடைக்கும். இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பின் சாய்வு தடிப்பு, உயரம் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் மாறுபாடுகள், இந்தக் கணக்கீட்டால் குறையும்.

மேல் தளத்தில் எடுக்கக் கூடிய மற்ற அளவுகள்

1. **குறுக்குவிட்டம் (transverse diameter).** இது இந்தத் தளத்தின் மிக அதிகமான அகலமாகும். நீண்ட முடிவுப் பகுதியின் (linea terminalis) மேல், மிக அதிக இடைவெளியில் வைக்கப்படும் இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்டதாகும். இது சாதாரணமாக 13.5 செ.மீ. இருக்கும்.

2. **சாய்வு விட்டம், வலம் மற்றும் இடம் (oblique diameter left and right).** இடுப்புக் குழி எலும்பின் ஒரு பக்க சேக்ர இலிய மூட்டிலிருந்து எதிர்ப்புறமுள்ள இலியோ பெக்டினியல் தடிப்பு வரை இது அளக்கப்படுகிறது. ஒன்று, இரண்டு என்றும் இவை முறையே குறிப்பிடப்படும். ஒன்று அல்லது வலம் எனப்படுவது வலப்புறச் சேக்ர இலிய மூட்டிலிருந்தும், இரண்டு அல்லது இடம் என்பது இடப்புறச் சேக்ர மூட்டிலிருந்தும் அளக்கப்படும். இவை 12.75 செ.மீ. இருக்கும்.

இடுப்புக் குழி வெளிவாயிலின் தளங்கள். இங்கு மூன்று விட்டங்கள் கணக்கிடப்படுகின்றன. அவை முன்பின் விட்டம் (antero posterior diameter), குறுக்குவிட்டம் (transverse diameter) பின் நேர் விட்டம் பேறு காலத்தில், காக்சிஸ்ஸ் எலும்பு வளையக் கூடியதாக இருப்பதால், அது பின்னோக்கி நகர்ந்து முன் பின் விட்டம் 2.2.5 செ.மீ. வரை அதிகரிக்க வாய்ப்பு இருக்கிறது.

இடுப்புக்குழி உள்ளீடு அளவுகள் (measurements of cavity of the pelvis). உள்ளீட்டில் பல தளங்கள் இருப்பினும், மிக அதிக மற்றும் மிகக் குறைந்த இடுப்புக் குழி அளவுகள் (greatest and least pelvic dimensions) இரண்டுமே முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. உள் அளவுகளை இரண்டு முறைகளால் அளக்கலாம். அவை, கருவிகளைக் கொண்டு அளப்பது, புணர்வாய்ச் சோதனை (vaginal examination) என்பனவாகும்.

கருவிகளால் அளப்பதில் சிரமங்கள் இருப்பதாலும், அவை துல்லியமாக அளப்பதில்லை என்பதாலும், பல்வேறு கருவிகள் இருந்தபோதும் அவை பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இருந்தாலும் ஓரிரு தளங்களில் இந்த அளவுகளைக் கீழே காணலாம்.

மிக அதிக இடுப்புக் குழி அளவு. இந்தத் தளம் 2, 3 சேக்ர முள்ளெலும்பு மூட்டின் வழியாகப் பக்க வாட்டில் இஸ்கிய எலும்புகள் மூலம் அசிடாபுலத் தின்மையத்தோடு செல்கிறது. கிட்டத்தட்ட வட்ட வடிவில் இருக்கும் இதன் முன்பின் விட்டம் 12.5 செ. மீ; குறுக்கு விட்டம் 12. 75 செ. மீ. ஆகும்.

மிகக் குறைவு இடுப்புக் குழி அளவு. இந்தத் தளம், இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பின் கீழ் விளிம்பு சேக்ர எலும்புமுனை மற்றும் இஸ்கிய முட்கள் மூலம் செல்கிறது. இதன் முன்பின் விட்டம் 11. 5 செ. மீ; குறுக்கு விட்டம் 10. 5 செ. மீ. ஆகும்.

நேர்விட்டம். குறுக்கு விட்டத்திற்குப் பின்புறமாக இருக்கும் முன்பின் விட்டத்தின் ஒரு பகுதியே இது. இடுப்புக் குழியின் பின் பாகத்தில் கிடைக்கக்கூடிய இடத்தின் அளவை இது குறிக்கிறது.

ஒவ்வொரு நாட்டிற்கும் தக்கபடி இடுப்புக் குழி அளவுகள், சிறிதளவு மாறுபடக்கூடும். இந்தியர் களில், கதிர் வீச்சு முறையால் எடுக்கப்பட்ட இடுப் புக் குழி அளவுகள் (radio pelvimetry) கீழே தரப் பட்டுள்ளன.

அளவுகள் சென்டி மீட்டரில்

இடுப்புக்குழி	முன்பின் விட்டம்	குறுக்கு விட்டம்	பின்நேர் விட்டம்
நுழைவாயில்	10.5-11.25	12.5-13.75	4.25-5
உள்ளீடு	11.25	9.25-10	5.6.25
வெளிவாயில்	12.5-13.75	10-10.75	6.25-7.5

புணர்வாய்ச் சோதனை. இந்த முறையில் இடுப்புக் குழி கொள்ளளவை (capacity) அறிய இடுப்பு முள் எலும்பு இணைப்பின் கீழுள்ள வளைவு, இஸ்கிய முட்கள் ஆகியவற்றை கவனிக்க வேண்டும். மேலும் முட்களிடை விட்டத்தைக் குத்து மதிப்பாக அறிய லாம். முட்கள் இடுப்புக் குழி உள்ளீட்டில் துருத்திக் கொண்டு இருக்கக் கூடாது.

சேக்ர எலும்பு குழிவு (sacral concavity). சேக்ர முண்டிற்கும், முனைக்கும் இடைப்பட்ட குழிவு நன்கு அமைக்கப்பட்டு இருக்கவேண்டும். இது தட்டையாக இருந்தால் கொள்ளவு குறையும்.

சேக்ர-ட்யூபெரஸ் தசைநாரின் நீளம். சாதாரண மாக, இது இரண்டு விரற்கிடை நீளம் உடையது. இடுப்புக் குழியின் கீழ்ப்பாகக் கொள்ளளவை அறிய இது உதவுகிறது. இடைவெளி குறைந்து இருப்பது சேக்ர சயாடிக் துவாரம் குறுகலாக இருப்பதைக் குறிக்கும்.

இடுப்புக் குழி பக்கச் சுவர்கள். இவை இணையாக (parallel) அல்லது விரிபவையாக (divergent) இருக் கும். குவிபவையாக (convergent) இருப்பது கெட்ட அறிகுறியாகும்.

கோணக்கூட்டு (diagonal conjugate). இதை அளப்ப தற்கு வலச் சுட்டு விரலையும் நடு விரலையும் புணர் வாயில் செலுத்தி சேக்ர முண்டினைத் தொடவேண் டும். இடக் கையில் சுட்டு விரலால், இடுப்பு முன் எலும்பு, கீழ்த்தசை நாரின் கீழ் விளிம்பைக் குறிக்க வேண்டும். இரண்டு கைகளையும் வெளியே இழுத்து, நடுவிரலின் நுனிக்கும், சுட்டு விரலால் குறிக்கப் பட்ட இடத்திற்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தை அளக்க வேண்டும். கம்பி அல்லது இடுக்கி மூலம் இதை அளக்கலாம். இந்த அளவிலிருந்து 1. 5முதல்2 செ.மீ. அளவைக் கழித்தால் உண்மை கூட்டு (true conjugate) அளவு தெரியும். ஆனால் பல்வேறு காரணங்களால் இந்த அளவுகள் மாறக் கூடும். இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பின் ஆழம் கோணம், சேக்ர முண்டின் உயரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இது மாறுபடும். கோணக் கூட்டு சாதாரணமாக 12.5 செ.மீ. அளவு இருக்கும்.

கருவுற்ற காலத்தில், 36 வாரங்களுக்குப் பிறகு, கவனமாக புணர்வாய்ச் சோதனை செய்யப்பட்டால் பல முக்கிய விவரங்களை அறியலாம்.

ந. கங்கா

நூலோதி

1. Last, R.J., Anatomy, Regional and applied, 6th Edition, The English Language Book Society and Churchill Livingstone, Edingurgh, Singapore, 1978.
2. Romanes, G.J., Cunninghams Manual of Practical Anatomy, 14th Edition, Volume II, Thorax and Abdomen, The English Language Book Society, Oxford press, Oxford, 1976.
3. Mudaliar. A.L., Krishnamenon. M.K., Clinical Obstetries, 8th Edition Orient Longmans, Madras, 1978.

இடுப்புக் குழியின் சதைத் திசுக்கள்

சிக்மாய்டு பெருங்குடல், மலக்குடல், குதம் ஆகியவை இடுப்புக் குழியில் உள்ளன. குழியின் முன் கீழ்ப் புறமாகச் சிறுநீர்ப்பை அமைந்துள்ளது. சிறுநீர்ப் பைக்கும் மலக்குடலுக்கும் இடையில் இணைப்புத் திசுக்களாலான ஒரு குறுக்கு இன உறுப்பு, தடுப்பு (transverse genital septum) இருக்கிறது. இதன் மூலம் சிறுநீர் உட்குழாய்கள் (ureters) சிறுநீர்ப் பையை அடைகின்றன. ஆண்களுக்கு உள்ள இந்தத் தடுப்புகளில் விந்துக்குழாய் (ductus deferens) விந்துப் பை (seminal vasicle) சிறுநீர் உட்குழாய் ஆகியவை இருக்கின்றன. விந்துக்குழாய் பின்நோக்கி வளைந்து, விந்துப் பையின் நாளத்துடன் இணைந்து, வெளிப் படுத்தும் நாளமாக (ejaculatory duct) மாறுகிறது.

இது ப்ராஸ்டேட் சுரப்பியைத் துளைத்துக்கொண்டு சிறுநீர் வெளிக் குழாயுடன் இணைகிறது. பெண் களுக்கு இந்தத் தடுப்பு, பெரியதாக இருக்கும். இதன் மேல்புறம், கருப்பையின் அகலத் தசைநாராக (broad ligament of the uterus) மாறுகிறது. தடுப் பின் நடுப்பாகத்தில் கருப்பையும், இரு பக்கங் களில் கருப்பைக் குழாய்களும், வெளிப்புறமாக முட்டைகளும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்தத் தடுப்பு, புனர்வாயாக முடிகிறது. கருப்பையும், கருப் பைக் குழாய்களும் இணையும் இடத்தில் கருப்பை வட்டத் தசைநார் (round ligament of the uterus) முட்டைத் தசைநார் (ovarian ligament) ஆகியவை இருக்கின்றன.

இடுப்புக்குழி வபை(pelvic peritoneum). வயிற்றின் வெளி வபை (abdominal parietal peritoneum) இடுப் புக் குழியின் வெளிவாயில் மூலமாக உட்சென்று உள் உறுப்புக்களை மூடி, உறுப்புகளுக்கு இடைப் பட்ட பகுதிகளில் வபைகளை ஏற்படுத்துகின்றது. மற்ற இடங்களில், ஆண், பெண் இருபாலாருக்கும் ஒன்றுபோல் இருக்கும் இந்த வபை பெண்களிடம் மட்டும் ஓரளவு மாறுபடுகிறது. வபையின் நடுவில் கருப்பையும், அது சார்ந்த உறுப்புகளும் உட்செல் வதே மாறுபாடாகும்.

பெண்களில் மலக்குடலுக்கும், கருப்பைக்கும் நடுவில் வபையானது, மலக்குடல் - கருப்பைப் பையாக (recto uterine pouch) அல்லது டக்ளசின் பையாக அமைகிறது. ஆண்களில் மலக்குடலுக்கும் சிறுநீர்ப்பைக்கும்இடையில்,மலக்குடல்-சிறுநீர்ப்பைப் பையாக (recto-vesical pouch) அமைகிறது. பெண் களில் கருப்பைக்கும், சிறுநீர்ப்பைக்கும் இடை யில், கருப்பை-சிறுநீர்ப்பை வபைப் பை (utero vesical pouch) தோன்றும். கருப்பைக்குப்பக்க வாட்டில், வபையானது மலக்குடல் - கருப்பை மடிப்பாகக் (recto uterine fold) கருப்பைச் சேக்ர தசை நாரின் மேல் செல்கிறது. கருப்பையின் மேற்புறமாகவும், கீழ்ப்புறமாகவும் கருப்பை வெளி வபையாகச்(parametrium) செல்கிறது. வபை முட்டை யையும் மூடிச் செல்கிறது. இவ்விடத்தில் முட்டைத் தொங்கும் தசைநார் (suspensory ligament of ovary) கரு முட்டைக்குழாய் வபை (meso salphinx) கருப்பை வபை (mesometrium) ஆகியவை ஏற்படு கின்றன. இப்படியாக, கருப்பையும் அதன் வெளி வபையும், முன் விளிம்பு இணைப்பின்றிச் விடுதலை யாக, வபையின் ஒரு குறுக்கு மடிப்புக்குள் இருக்கின் றன. கருக் காலத்தில் கருப்பை மேல்நோக்கி விரிவடைய இது உதவுகிறது.

வபையானது சிறுநீர்ப்பைக்கு இருபுறமும், சிறு நீர்ப்பை பக்கக் குழிவாக (para vesical fossa) உட் செல்கிறது. வட்டத் தசைநார் இதைப் பக்கவாட் டில் தடுக்கிறது. அடைபட்ட கொப்பூழ்த் தமனி (obliterated umbilical artery) இதில் செல்கிறது.

ஆண்களில், பிறப்பு உறுப்புகளை மூடிச் செல் லும் வபை, மலக்குடல் சுறுநீர்ப்பை மடிப்பை ஏற்படுத்துகிறது.

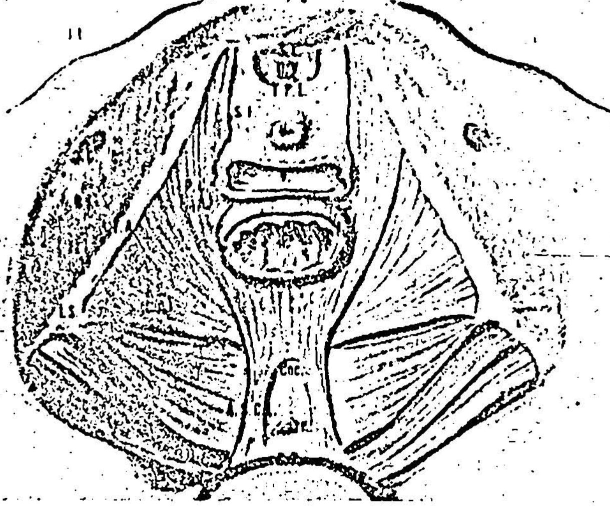
சிறுநீர்ப்பை பக்கவாட்டுக் குழிவுக்கு, சிறுநீர் உட்குழாய்களே பின் எல்லையாக அமைகின்றன. விந்துக்குழாய், உட்புறமாக இதைக் கடந்து சிறு நீர்ப்பையின் அடித்தளத்திற்குச் செல்கிறது. கருப் பையின் வட்டத் தசைநாரைப் போன்ற நிலையில் இருக்கும் விந்துக்குழாய், வபைக்கு நேர் கீழே இருக்கிறது.

இடுப்புக்குழித் தரையும், தசைகளும் (pelvic floor nad muscles). இடுப்புக் குழித் தரை என்பது, ஒரு நீண்ட பள்ளம் போன்ற தசை, இடுப்பு விதானம் (pelvic diaphragm) ஆகியவற்றைக் கொண்டது. உடலின் நடுவில் இருக்கும் சிறுநீர் வெளிக் குழாய், குதம், பெண்களில் புணர்வாய் ஆகியவற்றைச் சுற்றி இவை உள்ளன.

காக்சிஜியஸ், லிவேட்டார் ஏனை ஆகிய இரு முக்கிய தசைகளால் இடுப்புக் குழித்தரை அமைக் கப்படுகிறது. ஆனால், இஸ்கியோ-காக்சிஜிய, இலியோ கார்சிஜிய, ப்யூபோ காக்சிஜிய என்ற மூன்று தசைகளாக இவற்றை வருணிக்கலாம். இஸ் கிய, இலிய, ப்யூபிக் எலும்புகளிலிருந்து ஆரம்பிக் கும் இவை, காக்சிக்ஸ் எலும்பிலும், குத-கார்சிஜியத் தடிப்பிலும் (ano coccygeal raphe) முடிகின்றன. ஆரம்ப இடத்திலிருந்து பின் கீழ்ப்புறமாக இவை செல்வதால், இடுப்புக் குழித்தரையும் பின் கீழ் நோக்கிச் செல்லும் ஒரு நீண்ட பள்ளமாக இருக் கிறது. மகப் பேறு காலத்தில் குழந்தையின் உடல் எளிதாக நழுவி வெளிவரும் படியாக இது அமைந் துள்ளது.

காக்சிஜியஸ் தசை. இஸ்கிய முள்ளிலிருந்து தொடங்கும் இது, காக்சிக்ஸ் எலும்பின் பக்கவாட் டிலும், சேக்ர எலும்பின் கடைசிப் பகுதியிலும் முடிகிறது.

லிவேட்டார் ஏனை தசை. இது ஒரு முக்கோண இடை வெளியால் பிரிக்கப்பட்ட இலியோ காக்சி ஜிய, ப்யூபோ-காக்சிஜிய என்ற இரு தசைப் பகுதிகளால் ஆனது. இலியத்தின் வெள்ளைக் கோட் டிலிருந்து தொடங்கும் இலியோ காக்சிஜிய தசை, காக்சிக்ஸ் எலும்பின் பக்க வாட்டிலும், குத- காக்சிஜிய தடிப்பிலும் முடிகிறது. குத-காக்சிஜியத் தடிப்பு என்பது காக்சிஜிய எலும்பின் முனையி லிருந்து தொடங்கி மலக்குடலும் குதமும் இணையும் இடம் வரையில் செல்கிறது. இரு பக்க லிவேட்டார் ஏனை, தசையின் நீண்டபகுதிகளைக் கொண்டது. மலம் கழிக்கும் போதும் குழந்தை பிறப்பின் போதும், இந்தத் தடிப்பு நன்கு விரிவடைகிறது.



அ



ஆ

இடுப்புக் குழியிலுள்ள தசைகளும் தசை நார்களும்

அ. மேல்புறத் தோற்றம் ஆ. பக்கத்தோற்றம்

ப்யூபோ காக்சிஜியஸ் தசை. ப்யூபிஸ் எலும்பி லிருந்து ஆரம்பிக்கும் இது காக்சிக்ஸ் எலும்பு முனை யிலும் குத காக்சிஜிய தடிப்பிலும் முடிகிறது. இது பலவித வேலைக்கான தசைக்கட்டுக்களைக் கொண்ட ஒரு தட்டையான தசையாகும்.

ப்யூபோ ரெக்டாலிஸ், ப்யூபோ ப்ராஸ்டேடி கஸ், ப்யூபோ வஜைனாலிஸ் ஆகியவை இதில் அடங் கும். அவை முறையே மலக்குடல், ப்ராஸ்டேட் சுரப்பி, புணர்வாய் ஆகியவற்றுக்கான தசைகளாகும். U வடிவான வளைவுகள் கீழ்நோக்கிச் சென்று நடுக் கோட்டில் இணையும் வண்ணம், இடுப்புக் குழித் தரையின் தசைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ப்யூபோ ப்ராஸ்டடிக், ப்யூபோ வெஸிகல் தசை நார் களும் மேற்சொன்ன தசைகளுடன் இணைந்து செயல் படுகின்றன. நடுக் கோட்டில் இந்தத் தசை நார் களுக்கு நடுவே, ஆண்குறி அல்லது பெண்குறிக்கான ஆழ வெளிப்புறச்சிரை (deep dorsal vein) செல்கிறது. இடுப்புக்குழித் தரையின் தசைகளுக்கு நான்காவது சேக்ர நரம்பின் கிளைகள், மலக்குடல் கீழ் நரம் பின் (interior rectal nerve) கிளைகள், பெரினிய நரம்பின் கிளைகள் ஆகியவை இணைப்புக் கொடுக் கின்றன.

இடுப்புக்குழித் தரையின் தசைகளின் செயல்முறை. சாதாரணமாக இந்தத் தசைகள் வலிமை வாய்ந்தவை. வயிற்றின் உள் அழுத்தம் அதிகரிக்கும் நேரங் களில், இந்த இடுப்புக்குழித் தசைகள் நன்கு சுருங்குவதால், இந்த அதிக அழுத்தம் ஈடு செய்யப் படுகிறது. அதனால் மலக்குடல் சிறுநீர்ப்பை ஆகிய வை தொடர்ந்து இயல்பாக இயங்க முடியும். மலம், சிறுநீர் கழிக்கும் நேரம், மற்றும் மகப்பேறு நேரங் களில் இடுப்புக்குழியின் தேவையான வெளிவாயில் திறந்து, தசைகளின் குறிப்பிட்ட பகுதிகள் சுருங்குவ தால், மற்ற உறுப்புகள் வெளிவாராமல் பாதுகாக்கப் படுகின்றன.

கருவுற்ற காலத்தில் இந்தத் தசைகளுக்குத் தக்க பயிற்சியை அளித்தால் மகப்பேறு எளிதாக முடியும்.

பைரிபார்மிஸ் தசை. இந்தக் கூம்பு வடிவத் தசை, சேக்ர எலும்பிலிருந்து தொடங்கி, தொடை எலும்பின் பெரிய முண்டில் (greater trochanter of temur) முடிகிறது. முதல் இரண்டு சேக்ர நரம்பு களால் செயல்படுத்தப்படும் இந்தத் தசை இடுப்பு மூட்டை நிலைப்படுத்தவும், தொடை எலும்பை வெளிப்புறம் உருட்டவும் உதவுகிறது.

ஆப்டுரேட்டார் இன்டர்னஸ் தசை. விசிறி போன்ற தடித்த இத்தசை இடுப்புக் குழியின் பக்கச் சுவர் களை மூடி உள்ளது. இடுப்பு எலும்பிலிருந்து ஆரம் பிக்கும் இது தொடை எலும்பின் பெரிய முண்டில் முடிகிறது. சேக்ர நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து பிரியும் ஒரு தனி நரம்பால் வழங்கப்படும் இந்தத் தசை இடுப்பு மூட்டை நிலைப்பப்டுத்தவும், தொடை எலும்பை வெளிப்புறம் உருட்டவும் உதவுகிறது. இந் தத் தசையை மூடி ஆப்டரேட்டார் சவ்வு உள்ளது.

இடுப்புக்குழி மென்படலம் (pelvic fascia). வெளிப் படலம், உட்படலம் என்று இரு பிரிவுகளாக இது விவரிக்கப்படுகிறது. வெற்று எலும்புகளுக்கு மேல் இந்த மென்படலம் இருப்பதில்லை. விரிவடையும் தன்மையுள்ள பாகங்களுக்கு மேல் இந்தப் படலம் மென்மையான காற்றுத் திசுக்களால் ஆனது. விரி வடையாத பாகங்களில் மேல் இந்தப் படலம் தடித்த சவ்வு போல இருக்கிறது.

இடுப்புக்குழிச் சுவர்களின் மென்படலம் (Fascia of the pelvic wall) எலும்புகளின் மேல்படலத்துடன் உறுதியாக இதன் விளிம்புகள் இணைக்கப் பட்டுள்ளன, வலுவான இந்தச் சவ்வு ஆப்டுரேட்டார் இன்டெர்னஸ் மற்றும் பைரிபார்மிஸ் தசைகளை மூடுகிறது. சுவர்களின் வெற்று எலும்புகளின் மேல் இந்தப் படலம் இல்லை. வால்டேயரின் மென் படலம் எனப்படும் (fascia of waldeyer) சவ்வு இதற்கு மாறுபட்டது. சேக்ர எலும்பின் உள்ளீட்டிலிருந்து மலக்குடல் முனை வரை இது கீழ் நோக்கிப் பரவு கிறது. இடுப்புக்குழி மென் படலத்திற்குக்கீழ், அதற்கும் பைரிபார்மிஸ் தசைக்கும் நடுவில், சேக்ர நரம்புப் பின்னல் இருப்பதால், நரம்புகள் இந்தப் படலத்தைத் துளைப்பதில்லை. ஆனால் இரத்தக் குழாய்கள் துளைத்துச் செல்கின்றன.

இடுப்புக்குழித் தரையின் மென்படலம். இந்தப் படலம் இடைவெளியுள்ள காற்றுத் திசுக்களால் ஆனது, இடுப்புக்குழித் தரைக்கும் இடுப்புக் குழி வளைக்கும் இடையில் இருக்கும் வெற்றிடம், மலக் குடல், சிறுநீர்ப்பை என்பவை நன்கு விரிவடைய உதவுகிறது. குழந்தை பிறக்கும் சமயம், இதந் வெற்றிடம் அழுத்தப்பட்டு, குழந்தை வெளிவர அதிக இடம் கிடைக்கிறது. இந்தத் திசுக்களால், இடுப்புக் குழியில் ஏற்படும் நுண்ணுயிர் அழற்சி எளிதில் பரவுகிறது. இந்த வெற்றிடத் திசுக்களில் இரு விதமான தசை நார்கள் இருக்கின்றன.

இந்தத் திசுக்களின் சில பகுதிகள் ஒன்றிணைந்து கெட்டிப்பட்டு இலிய இரத்தக் குழாய், நரம்புகளைச் சுற்றி இருக்கிறது. இவற்றில்சில மிக வலுவுள்ள வையாகத் திகழ்கின்றன. கார்பப்பையின் பக்கவாட்டுத் தசை நார்களும் (laternal ligaments of the uterus) வால்டேயரின் மென்படலமும் இதற்குச் சான்றாகும்.

சில தசைநார்கள் நரம்பு மற்றும் இரத்தக் குழாய்களைச் சாராமல் தனித்து இருக்கின்றன. ப்யூபோ ப்ராஸ்டேடிக், ப்யூபோ வெஸிகல் தசை நார்கள் இதற்கு உதாரணமாகும். கருப்பை-சேக்ர தசைநார், கருப்பை வட்டத் தசைநார்களும் இத்தகையனவே. ஆனால் இவற்றில் தசைத்திசுக்கள் அதிகம்.

இடுப்புக்குழி உறுப்புக்களின் மென்படலம் (Fascia of the pelvic Viscera). இது உறுப்புக்களின் சுருங்கி விரியும் தன்மையைப் பொறுதது அடர்த்தியாக அலலது விரிவாக இருக்கிறது. விரியாத ப்ராஸ்டேட் சுரப்பியைச் சுற்றித் தடிப்பான படலமும், விரியும் சிறுநீர்ப்பை மற்றும் மலக்குடலைச் சுற்றிப் படலம் இல்லாமலும் இருக்கிறது.

இடுப்புக்குழி இரத்தக் குழாய்கள். இடுப்புக் குழியின் சுவர்களும் உள் உறுப்புக்களும் உட்புற இலியத் தமனிகளாலும் சிரைகளாலும் இரத்தம் செலுத்தப்படுகின்றன. இடுப்புக் குழி வெளி மென் படலத்திற்குள் பெரிய தமனிகளும் சிரைகளும் இருப்பதால் இவற்றின் கிளைகள் மட்டும் படலத்தைத் துளைத்துக் கொண்டு இடுப்புக் குழியை விட்டு வெளி வருகின்றன. பொது இலியத் தமனி இடுப்புக் குழி விளிம்பில், சேக்ர இலிய மூட்டின் எதிர்ப்புறமாக இரண்டாகப் பிரிகிறது. இதில் உட்புற இலியத் தமனி (internal iliac artery) கீழ்நோக்கிச் சென்று பின்புறச் சிறு பிரிவாகவும், முன்புறப் பெரிய பிரிவாகவும் ஆகிறது. பின்புறப் பிரிவு இலிய - லம்பார்த் தமனி, மேற்புற க்ளுட்டியல்தமனி, பக்கவாட்டுச் சேக்ர தமனி என மூன்றும் கிளைகளாகப் பிரிந்து உறுப்புக்களின் மேல் பகுதிக்கு இரத்தம் அளிக்கின்றன. முன்புறத் தமனி கீழ்ப்புற க்ளுட்டியல் தமனி, உட்புறப் புடன்டல் தமனி, ஆப்டுரேட்டார் தமனி என மூன்று வெளிப்புறத்தமனிகளாகவும் மேற்புறச் சிறுநீர்ப்பைத் தமனி, கீழ்ப் புறச் சிறுநீர்ப் பைத் தமனி, (பெண்களில் மலக்குடல் நடுத்தமனி கருப்பைத் தமனி) என மூன்று உள்புறத் தமனிகளாகவும் பிரிகின்றன.

ஒவ்வொரு தமனியும் குறிப்பிட்ட பகுதிக்கு இரத்தம் அளிக்கிறது. இடுப்புக் குழிக்கும் அதன் உட்பகுதிகளுக்கும் பாயும் தமனிகளைப் பற்றிய விவரம் கீழ் வருமாறு.

இலிய லம்பார்த் தமனியின் இலியக் கிளை இலியாக்ஸ் தசைக்கும், இலிய எலும்புக்கும் அளிக்கிறது.

பக்கவாட்டுச் சேக்ர தமனி. சேக்ர நரம்பு வேர்களுக்கும், பைரிபார்மிஸ் தசைக்கும் பாய்கிறது.

ஆப்டுரேட்டார் தமனி. இதன் ஒரு சிறு கிளை ப்யூபிக் எலும்பிற்குப் பாய்கிறது.

மேற்புற, கீழ்புற சிறுநீர்ப்பைத் தமனிகள். சிறுநீர்ப்பைக்கு இரத்தம் அளிக்கிறது. இவை சிறுநீர் உட்குழாய்களுக்கும் விந்துக் குழாய்க்கும் இரத்தம் செலுத்துகின்றன.

மலக்குடல் நடுத்தமனி. தவறாகப் பெயரிடப்பட்ட இந்தத் தமனி, முக்கியமாகப் பிராஸ்டேட் சுரப்பிக்கும் மலக்குடலின் தசைச் சுவருக்கும் இரத்தம் அளிக்கிறது. பெண்களில் பெரும்பாலோருக்கு இந்தத் தமனி இருப்பதில்லை.

கருப்பைத் தமனி. அகலத் தசைநாரின் அடிவழியாகச் செல்லும் இது, சிறுநீர் உட்குழாயின் மேலாகச் செல்கிறது. கருப்பைக்கும் அதைச்

சார்ந்த பகுதிகளுக்கும் இதன் மூலம் இரத்தம் செல் கிறது.

பிறப்புக் கால்வாய்த்தமனி. உட்புற இலியத் தமனி யின் கிளையாக அல்லது சில சமயங்களில் கருப் பைத் தமனியின் கிளையாக வெளிவரும். இத்தமனி பிறப்புக் கால்வாயின் மேற்பகுதிக்கு இரத்தம் அளிக் கிறது.

இடுப்புக்குழிச் சிரைகள். மலக்குடல் சிரைப்பின்னல், முதுகு முள்ளெலும்பு உட்புறச் சிரைப்பின்னல் போன்றவை இரத்தத்தை எடுத்துச் செல்கின் றன. கிருமிக்கட்டி (septic emboli) அல்லது சிறு புற்று நோய்க் கட்டிகள் போன்றவை இந்தச் சிரைப் பின் னல்கள் மூலம் உட்சென்று முதுகு முள்ளெம்பைத் தாக்க வாய்ப்பு உண்டு. எனவே இடுப்புக் குழியில் முதன்மைப் புற்று நோய்க் கட்டி இருந்தால், கிளைக் கட்டிகள் உடலின் மேல் பாகங்களுக்குப் பரவ ஏதுவாகும்.

இடுப்புக் குழியின் நரம்புகள். ஆப்டுரேட்டார் நரம்பும், சேக்ர நரம்புப் பின்னலும், அதன் கிளை களும் தானியங்கி நரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்ப்புறப் பகுதிகளும் இடுப்புக் குழியில் உள்ள முக்கியமான நரம்புகளாகும்.

ஆப்டுரேட்டார் நரம்பு. லம்பார் நரம்புப் பினன லின் கிளையான இது, சோவாஸ் தசைக்குள் உரு வாகிறது. தொடைகளுக்குச் செல்லும் இந்த நரம்பு சேக்ர இலிய மூட்டுக்கு உட்புறமாக இடுப் புக் குழி விளிம்பைக் கடந்து இடுப்புக் குழியின் பக் கச்சுவர்கள் வழியாகச்செல்கிறது. முட்டைக்கும் இதற் கும் இடையே இடுப்புக்குழி வெளி வப்பை இருக்கிறது. எனவே முட்டையில் ஏற்படும் வலி, தொடைகளில் உணரப்படலாம். இந்த நரம்புடன் ஆப்டுரேட்டார் தமனியும் சிரையும் சேர்ந்து செல்கின்றன.

சேக்ர நரம்புப் பின்னல். 4 ஆவது லம்பார் நரம்பு, நரம்புப் பின்னலுக்குத் தன் கிளையைக் கொடுத்த பிறகு 5 ஆவது லம்பார் நரம்புடன் இணைந்து லம்போச் சேக்ரத்தண்டு என்ற நரம்பாக மாறுகிறது. இது இடுப்புக் குழி விளிம்பைத் தாண்டிக் கீழிறங்கி முதல் நான்கு சேக்ர நரம்புகளுடன் இணைந்து சேக்ர நரம்புப் பின்னல் தோன்றுகிறது. இது ஓர் அகல்மான முக்கோண வடிவமானது. பைரி பார் மிஸ் தசையின் மேல் இருக்கிறது. இடுப்புக் குழி வெளி மென் படலத்தால் மூடப்பட்டுள்ளது. இதன் மேல் பாகத்தைச் சிறுநீரக உட்குழாய் கடக்கிறது.

இந்த நரம்புப் பின்னல் மூலம் உடலின் கீழ்ப் பகுதிகளுக்கு நரம்புகள் செல்கின்றன. இடுப்புக் குழி மற்றும் அதனைச் சார்ந்த உறுப்புகளின் நரம்பு இணைப்பினைக் கீழே காணலாம். 1, 2 சேக்ர நரம் பின் சிறு கிளையாகப் பைரிபார்மிஸ் தசைக்கு நரம்பு கிடைக்கிறது. ஊடுருவும் தோல் நரம்பு (perforating cutaneous nerve) தொடையின் பின்புறத் தோல் நரம்பு (posterior cutaneous nerve), புடண்டல் நரம்பு (pudental nerve), 4 ஆவது சேக்ர நரம்பின் சில கிளைகள், சியாடிக் நரம்பு (sciatic nerve), ஆப்டு ரேட்டார் இன்டெர்னஸ் தசையின் நரம்பு, நான்கு தலை தொடைத்தசையின் (quadratus femoris) நரம்பு, மேற்புற மற்றும் கீழ்ப் புற க்ளூட்டியல் ஆகி யவை இடுப்புக் குழியைக் கடந்து கீழ்நோக்கிச் செல் கின்றன. 4, 5 சேக்ர நரம்புகளும், காக்சிஜிய நரம் புப் பின்னலாகி, காக்சிஜியத் தசைக்கும், காக்சிஜிய எலும்பு முனையைச் சுற்றியுள்ள தோலுக்கும் செல் கின்றன.

சேக்ர தானியங்கி நரம்புத் தண்டுகள் (sacral sympathetic trunk). இவை, இடுப்புக் குழி விளிம் பைத் தாண்டி, சேக்ர எலும்பின் குழியில் இருக்கின் றன. ஒவ்வொன்றிலும் நான்கு தனிப்பட்ட நரம்பு முடிச்சுகள் இருக்கின்றன. சேக்ர எலும்பின் பக்க வாட்டுடன் இணையாக இருக்கும். இவை, காக் சிக்ஸ் எலும்புக்கு முன்னால் ஒரு சிறு கட்டியாக இணைந்து, இம்பார் நரம்புமுடிச்சு(ganglion impar), என்ற பெயருடன் இருக்கிறது. இதன் உட்புறக் கிளைகள் கீழ்ப்புற வயிற்றின் கீழ் நரம்புப் பின்ன லுடன் (inferior hypogastric)இணைகின்றன. இந்தப் பின்னல் இடுப்புக் குழி நரம்புப் பின்னல் என்னும் பெயர்கொண்டது. இதில் ஒன்று சிறியதாக, சேக்ர முண்டின் மேல் உள்ளது. இதில் நரம்பு முடிச்சுகள் இல்லை. இதை வயிற்றின் கீழ்ப் பின்னல் என்று கொள்ளலாம். நரம்பு முடிச்சுகளுடன் கூடிய பெரிய பின்னல் டக்ளசின் பைக்கு அருகில் உள்ளது. இதை இடுப்புக் குழி நரம்புப் பின்னல் என்று கூறலாம்.

வயிற்றின் கீழ்ப்பின்னல். இடுப்புக்குழியின் பக்கச் சுவர்களுக்கு அருகில், மலக்குடலுக்குப் பக்கத்தில் இடுப்புக்குழி வெளிப்புற மென்படலத்திற்குள் இருக்கும் இது 2,3 அல்லது 3,4 சேக்ர நரம்புகள் வழியாக இதன் துணையான தானியங்கி நரம்புப் பிரிவுகள் (parasympathetic nerve components) செல் கின்றன. இவையே எரிஜென்டிஸ் நரம்புகள் என்பன.

இந்தப் பின்னலின் உள் உறுப்புக்கிளைகள் (visc eral branches) கட்டுக்கட்டாக அமைந்துள்ள நார்த்திசுக்களுக்கு இடையில் செல்கின்றன. இத்து டன் உட்புற இலியக் தமனி சிரை செல்வதால், இந்தக் கட்டுக்கள் தசைநார்களாக அழைக்கப்படுகின்றன. உதாரணமான, சிறுநீர்ப்பை பக்கவாட்டுத் தசை நார்கள், மலக்குடல் பக்கவாட்டுத் தசைநார்கள் (lateral ligaments of the bladder and rectum) போன்றவை. சிறுநீர்ப்பை மற்றும் மலக்குடலின் தசைகள், எரிஜென்டிஸ் நரம்புகள் (nervi erigentes) மூலம் இயக்கப்படுகின்றன. சிறுநீர்ப்பையின் உள் தடுப்புச் சுருக்கத்தின் (internal spincter) தசைகள், வயிற்றுக் கீழ் நரம்பினாலும் (hypogastric nerve)

குதத்தின் உள் தடுப்புச் சுருக்கம், இடுப்புக் குழிப் பின்னலின் மூலம் செல்லும் சேக்ர நரம்பு முடிச்சின் கிளைகளாலும் இயக்கப்படுகின்றன. மலக்குடலும் சிறுநீர்ப்பையும், கழிவுப் பொருள்களால் நிரம்பி விரிந்தால், எரிஜென்டிஸ் நரம்பு மூலம் அந்த உணர்ச்சி உணரப்படுகிறது. வலி உணர்ச்சியும் இதன் மூலமே உணரப்படுகிறது. கருப்பையின் வலி உணர்வு, வயிற்றுக் கீழ் நரம்புகளால் உணரப் படுகிறது.

மண்ணீரல் மடிப்புக்குக் கீழ் உள்ள பெருங்குடல் பகுதிக்கும் எரிஜென்டிஸ் நரம்பே செல்கிறது.

இப்படியாகத் தானியங்கி நரம்பு மண்டலத்தின் இரு பகுதிகள், தசை இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்து கின்றன. இடுப்புக் குழித்துளை தானியங்கி நரம்பு கள், சிறுநீர்ப்பையைக் காலி செய்வதற்குப் பயன் படுகின்றன.மண்ணீரல் மடிப்புக்கும் மலக்குடலுக்கும் இடைப்பட்ட பெருங்குடல் பகுதிக்கும் இது செல் கிறது. குடலின் சுரப்பிகளுக்கும் இது உதவுகிறது. தானியங்கி நரம்புகள் சிறுநீர்ப்பை மற்றும் குதத்தின் உட்புறத் தடுப்புச் சுருக்கத்திற்கும், விந்துப்பை இயக் கத்திற்கும் உதவுகின்றன. புதிய கண்டுபிடிப்புக் களின்படி, கருப்பையின் தசைக்கும், உந்து நரம் பாகத் (motor fibres) தானியங்கி நரம்புகள் செயல்படுகின்றன.

இறங்கு பெருங்குடலுக்கும் முட்டை, விரை கருப்பையின் உடல் பகுதி முதலியவற்றிற்குமான உணர்ச்சி நரம்புகள் தானியங்கி நரம்புகளேயாகும். எனவே, மலக்குடல், பிராஸ்டேட் சுரப்பி முதலிய வற்றின் வலி 2,3 சேக்ர நரம்பின் துணை தானியங்கி நரம்பின் மூலம் செல்வதால் தொடையின் பின்பகுதி யில் இந்த வலியை உணரமுடியும். சியாடிக் நரம்ப வலியைப் போன்ற மாயத் தோற்றத்தை அளிக்கும்.

சேக்ரக் கால்வாய் (sacral canal) சேக்ர எலும் பின் நடுவில்ஒரு நீண்ட கால்வாய் போன்ற அமைப்பு உள்ளது. இதன் மூலம், மூளையின் இரு மேற் புறச் சவ்வுகளும் (duramater and arachnoid) இறங்கி வந்து முடியும் இழையாகக் (filum terminale) காக் சிக்சுடன் இணைகின்றன. 5 ஜதை சேக்ர நரம்பு வேர்களும், ஒரு ஜதை காக்சிஜிய நரம்பும் இரக் னாய்டு சவ்வைத் துளைத்துக் கொண்டு வெளி வரு கின்றன. முள்ளெலும்பு உட்புறச்சிரைப் பின்னல் நரம்புகளையும் சவ்வுகளையும் சுற்றி இருக்கின்றன.

இடுப்புக் குழியின் நிணநீர் மண்டலம். மிக அதிக மான அளவில் இருக்கும் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளும் நாளங்களும் வயதானவர்களிடம் எளிதில் காண முடியாதபடி இருக்கின்றன.

வெளிப்புற இலிய சுரப்பிகள் (pelvic lymphatic system). இவை கால்கள் மற்றும் வயிற்றுச் சுவர்ப் பாகங்களிலிருந்து நிணநீரை வடிப்பதுடன் சிறு நீர்ப்பை கருப்பை மற்றும் ப்ராஸ்டேட்டிலிருந்து நேரிடையாக நாளங்களைப் பெறுகின்றன.

உட்புற இலியச் சுரப்பிகள் (internal iliac nodes). உட்புற இலியத் தமனி அதன் கிளைகளுடன் சேர்ந்து காணப்படுகிறது. இடுப்புக் குழியின் உள் உறுப்புகளிலிருந்து நிணநீரைப் பெறுவதுடன் பிறப்புப் பகுதி இடுப்பின் பின் பகுதி, தொடையின் பின்பகுதி ஆகியவற்றின் நாளங்களையும் பெறுகிறது.

வெளிப்புற உட்புற இலியச் சுரப்பிகள், பொது இலியச் சுரப்பிகளில் இணைகின்றன.

சேக்ர சுரப்பிகள் (sacral nodes). உட்புறப் பக்க வாட்டுச் சேக்ரத் தமனிகளுடன் இருக்கும், இவை இடுப்புக் குழியின் வெளிச்சுவர், மலக்குடல், சிறு நீர்ப்பையின் கழுத்து ப்ராஸ்டேட் கர்ப்பப்பை வாய் (cervix) ஆகியவற்றிலிருந்து நிணநீரைப் பெற்றுப் பொது இலியச் சுரப்பிகளில் வடிக்கின்றன.

இவை, தவிர, அகலத் தசைநரர் (broad ligament) மலக்குடல், மற்றும் சிறுநீர்ப்பையின் மென்படலங் களில் சிறு சுரப்பிகள் இருக்கின்றன.

ந. கங்கா

நூலோதி

1. Last,R.J., Anatomy, Regional and Applied, 6th Edition, The English Language Book society, Churchill Livingstone, Edinburgh 1978.
2. Romanes, .G.J., Cunninghams Manual of Practical Anatomy, volume II, 14th Edition, The English Language Book Society, Oxford Press, Oxford, 1977.

இடுப்பு முன் எலும்பு

இடுப்பு முன் எலும்பு, (pubis) என்பது இடுப்புக் குழியின் முன் பகுதியாகும். இதனை வெளிப்பகுதி, உட்பகுதி எனத் தனித்தனியே விவரிக்கலாம். இடுப்பு முன் எலும்பின் உடற்பகுதி, நாற்கோண வடிவ முடையது. பக்கவாட்டில் மேற்புற இறகாக (superior ramus) இது துருத்திக் கொண்டு, இலிய மற்றும் இஸ்கிய எலும்புகளை அசிடா புலத்தில் சேர்கிறது. ஆப்டுரேட்டார் துவாரத்திற்குக் கீழ், கீழ்ப்புற இறகு (inferior ramus) இஸ்கிய எலும்புடன் இணைகிறது. இடுப்பு முன் எலும்பின் இணைப்புப் பகுதி முட்டை வடிவில் இருக்கிறது. இது ஒருவித மெழுகுத் திசுவால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. அதுவே இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பு (symphysis pubis) எனப்படும், மென் மூட்டாகும் (cartilagenous joint). உடலின் மேற் பகுதி குவிந்து, இடுப்பு முன்எலும்பு உச்சி (pubic crest) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இடுப்பு முன் எலும்பின் வெளிப்பகுதி. இதன் வெளிப்புறம் சிறிய இடுப்பு முன் எலும்பு உருண்டைகளுடன் (pubic tubercles) இருக்கிறது. இதிலிருந்து இரு நீண்ட தடிப்புகள் வெளிப்புறமாக விரிந்து மேற்புற இறகுகளை அடைகின்றன. மேல் தடிப்பு, கூரான பெக்ட்டினயக் கோடு (pectineal line) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது இடுப்புக் குழி விளிம்பின் ஒரு பகுதியாக இருக்கும். இது, இலிய எலும்பின் வளைந்த கோட்டைச் (arcuate line of ilium) சேர்கிறது. உருண்டை வடிவக் கீழ்ப்புறத் தடிப்பு, ஆப்ட்டுரேட்டர் உச்சி (obturator crest) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவைகளுக்கு நடுவே இலிய பெக்ட்டினிய உருண்டை (iliopectineal eminence) இருக்கிறது. ஆப்ட்டுரேட்டர் உச்சிக்குக் கீழ், இடுப்பு முன் எலும்பு இறகின் ஒரு நீண்ட பள்ளத்தில் ஆப்ட்டுரேட்டர் நரம்பு, இரத்தக் குழாய்கள் செல்கின்றன.

இடுப்பு முன் எலும்பின் உட்பகுதி. இவ்வெலும்பின் உடலும், மேற்புற இறகும் வெற்று எலும்புகளேயாகும், இவற்றுக்கு இணைப்பு ஏதுமில்லை. லிலேட்டார் ஏனை தசை, இவ்வெலும்பின் உடலும் கீழ்ப்புற இறகும், இவ்வெலும்புக் கூட்டின் கீழ் விளிம்புடன் சேரும் இடத்தில் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. உட்புறமாக ஆண்களிடம் ப்யூபோப்ராஸ்ட்டேடிக்கும் பெண்களிடம் இடுப்பு முன் எலும்பு-சிறுநீர்ப்பைதசை நாரும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. எலும்பு இணைப்புப் பகுதிக்குக் கீழாக, இடுப்பு முன் எலும்புக் கீழ்த்தசை நார் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இணைப்புப் பரப்பின் கீழ்ப்புறமாக ஒரு தடித்த எலும்பு இருக்கிறது. அத்துடன் பெரினிய சவ்வும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆண் அல்லது பெண் குறியின் வெளிப்புறத் தமனியும் நரம்பும் லிலேட்டார் ஏனை தசைக்குக் கீழ் முன் நோக்கிச் செல்கின்றன. இவ்விடத்தில் சிறுநீர் வெளிக் குழாயின் தடுப்புச் சுருக்கத்தின் (urethral sphincter) சில நார்கள் இணைகின்றன. ஆப்ட்டுரேட்டார் துளையின் விளிம்பில், உட்புற ஆப்ட்டுரேட்டார் தசை (obturator internus) இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இடுப்பு முன் எலும்பின் இணைப்புகள். இடுப்பு முன் எலும்பு உச்சியிலிருந்து, வயிற்று மலக்குடல் தசைகள் வெளி வருகின்றன. இடுப்பு பிரமிடாலிஸ் முன் எலும்பு இணைப்பின் நார்த்திசுக்களுடன் நீள் வெள் நார்த்திசைப்படலம் (linea alba) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பெக்ட்டினியக்கோடு, லாக்குனார் தசை நாரின் மேல் விளிம்பையும் பெற்றுக் கொள்கிறது. பெக்ட்டினியக் கோட்டின் எலும்பு மேல் படலம் (periosteum) தடித்து, பெக்ட்டினியத் தசை நார் அல்லது ஆஸ்ட்லிக் கூப்பர் தசைநார் (astley cooper ligament) என்று அழைக்கப்படுகிறது. பெக்ட்டினியக் கோட்டிற்குக்கீழ் பெக்ட்டினியஸ் தசைதுவங்குகிறது. ஆப்ட்டுரேட்டார் உச்சியின் பக்கவாட்டுப் பகுதியில் ப்யூபோபிமோரல் (pubo femoral) தசை நார் இணைகிறது. இடுப்பு முன் எலும்பு உருண்டையில் இங்குனல் தசைநாரின் (inguinal ligament) இரு பகுதிகளும் இணைகின்றன.

அடக்ட்டார் லாங்கஸ் தசையின் உருண்டைத் தசைநார், இடுப்பு முன் எலும்பின் உடலின் முன் பாகத்திலிருந்து துவங்குகிறது. இந்த இடத்தில் எலும்புத் துணுக்கு (bone spurs riders bones) இருக்கக் கூடும். இதன் கீழ் க்ரேசிலிஸ் தசையின் ஆரம்பம் இருக்கிறது. இதற்குக் கீழே அடக்ட்டார் ப்ரெவிஸ் தசை துவங்குகிறது. இதற்கும் கீழாக அடக்ட்டார் மேக்னஸ் மற்றும் வெளிப்புற ஆப்ட்டுரேட்டார் தசை ஆரம்பமாகிறது. இந்தத் தசைகள் அடையாளத்தையும் விடுவதில்லை. லேட்டா மென்படலம், பெகட்டினியக் கோட்டில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் பக்கவாட்டில் கோலிஸ் மென்படலம் (colles fascia) இடுப்பு முன் எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பு (symphysis pubis). இது ஒரு மென் முட்டாகும். இரு இடுப்பு முன் எலும்புகளின் இணையும் பரப்புகளும் ஒரு மெல்லிய தட்டுப் போன்ற மெழுகுத் திசுவால் மூடப்பட்டு, இருபுறமும் அகன்ற குறுக்கு நார்த்திசுக் கட்டுக்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத் தட்டு முதுகு முள்ளெலும்பு இடைத் தட்டுப் போன்றதே. நடுவில் நீர்மமும் திசுவும் கொண்ட இடம் ஏற்படுகிறது. ஆனால் மூட்டுச் சவ்வினால் (synovial membrane) அது மூடப்படுவதில்லை. தசைநார்கள் மேலும் கீழும் இந்த இணைப்பை வலுப்படுத்துகின்றன. இவை வலுமிக்கவை.

இணைப்பின் பணி. இடுப்பு எலும்புகளுக்கு இடையே மிகச்சிறிய அசைவை மட்டும் இது அனுமதிக்கிறது. தொடை எலும்புகளின் வழியாக வரும் அதிர்வை இது தாங்குகிறது. பெண்களில், கருவின் கடைசி சில மாதங்களின்போது, இதன் உட்புறத் தட்டில் நீர்மப் பொருள் அதிகம் இருப்பதால், மகப்பேறு சமயம் இடுப்பு மூட்டுக்களின் அசைவு எளிதாகிறது.

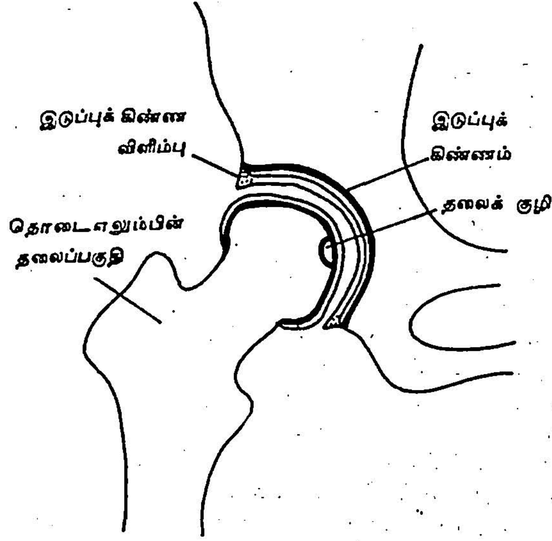
ந. கங்கா

நூலோதி

1. Last, R.J., Anatomy, Regional and applied, 6th Edition, The English Language Book Society and Churchill Livingstone, Edingurgh, Singapore, 1978.
2. Romanes, G.J., Cunninghams Manual of Practical Anatomy, 14th Edition, Volume II, Thorax and Abdomen, The English Language Book Society, Oxford press, Oxford, 1976.
3. Mudaliar, A L., Krishnamenon. M.K., Clinical Obstetries, 8th Edition Orient Longmans, Madras, 1978.

இடுப்பு மூட்டு

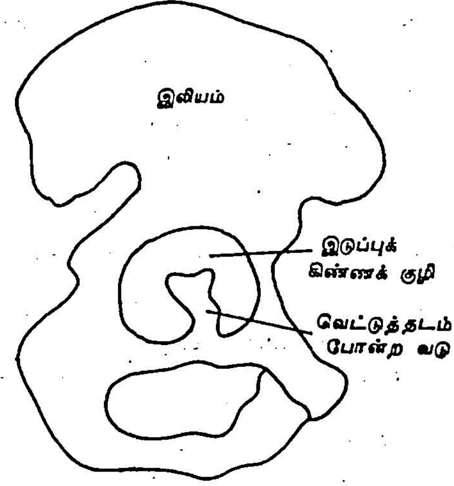
இடுப்பு மூட்டு (hip joint) என்பது பந்துக் கிண்ண மூட்டு வகையைச் சேர்ந்த ஒரு அசையும் மூட்டு. தொடை எலும்பின் பந்து போன்ற தலைப்பகுதி இடுப்பெலும்புக் கிண்ணத்தில பொருந்தி இடுப்பு மூட்டினை உருவாக்குகின்றது (படம் 1).



படம் 1. இடுப்பு மூட்டு நேர் தோற்றம்

தொடைஎலும்பின் தலைப்பகுதி ஒரு கோளத்தின் பாதி வட்டத்திற்கும் மேலான உருவத்தையுடையது. தலையின் குழி (fovea capitis) என்ற பகுதியைத் தவிர மற்ற பகுதிகள் படிகவியலான குருத்தெலும்பால் (hyaline cartilage) மூடப்பட்டிருக்கின்றன. தலைக்குழி யில் தொடை எலும்பின் தலைப்பந்தகம் (ligament of head of femor-ligamentum teres femoris) இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இடுப்புக் கிண்ணத்தின் உட்குழிவு (acetabular cavity) ஒரு முற்றுப் பெறாத கிண்ணமாா் கும். அதன் கீழ்ப்பகுதியில் வெட்டுத்தடம் போன்ற வடு (notch) ஒன்று உள்ளது. குறுக்கு இடுப்புக் கிண் ணப்பந்தகம் (transverse acetabular ligament) இடுப் புக்கிண்ண வடுவில் ஒரு பாலம் போன்று அமைந்து கிண்ணத்தின் வடிவத்தை முற்றுப் பெறச் செய்கிறது. இடுப்புக் கிண்ணத்தின் அடிப்பகுதி தவிற மற்ற பெரும்பகுதியில் மூட்டுக் குருத்தெலும்பு (articular cartilage) என்ற அகஉறை (lining) உள்ளது. அடிப் பகுதியில் குதிரை லாடம் போன்ற இடுப்புக் கிண்ணப் பள்ளம் (acetabular fossa) உள்ளது. அதில் தொடை எலும்பின் தலைப் பந்தகமும் ஒரு கொழுப்புத் திண் டும் (pad of fat) உள்ளன (படம் 2).

தொடை எலும்பின் தலை, இடுப்பெலும்பின் கிண்ணத்தைவிட அளவில் கொஞ்சம் சிறியது தலை



படம் 2. இடுப்பெலும்பின் வெளிப்புறத் தோற்றம்

யின் முழுப்பகுதியும் கிண்ணத்தில் பொருந்துவதால் மூட்டு நழுவாமல் உறுதியாகப் பொருத்தப் பெற்றி ருந்தாலும், தோள் மூட்டினைப் போல அதிக அளவு அசைவு இல்லாமல் கொஞ்சம் அசைவு குறைவாகவே உள்ளது. பந்து போன்ற தலைப்பகுதியும், கிண்ண மும் எதிரெதிரியங்குதற்குத் தகுந்தாற் போன்று (recipro cally) வளைந்திருந்தாலும், அவைகள் ஒரே காலத்தில் முழுமையுமாக நீண்டு இணைந்திருப்ப தில்லை

இடுப்புமூட்டு அதிக அளவு உறுதியும் அசைவும் கொண்டு தனித்தன்மை வாய்ந்தது. அதன் உறுதி கீழ்க்கண்ட காரணங்களைப் பொருத்தது. அவை யாவன 1), கிண்ணத்தின் ஆழமும் கிண்ணவிளிம்பின் குறுகினவாயும், 2) பந்தகங்களின் இழுப்பு விசையும் உறுதியும், 3) சுற்றியுள்ள தசைகளின் வலிமை, 4) தொடை எலும்பின் கழுத்துப் பகுதியின் நீளமும் சாய்வும், 5) வளிமண்டல அழுத்தம் என்பனவாகும்.

மூட்டின் அசைவு தொடை எலும்பின் கழுத்துப் பகுதியின் தன்மையைப் பொருத்தது. தலைப்பகுதியில் நடுவரைக் கோட்டு விட்டத்தை (equatorial diameter) விட கழுத்துப் பகுதியில குறைவாக உள்ளதால் மூட் டின் அசைவு அதிகரிக்கும்.

இடுப்பு மூட்டிலுள்ள பந்தகங்கள்

இடுப்பு மூட்டின் பந்தகங்களாவன 1. மூட்டு உறை, 2. இலியம் தொடை எலும்பு இரண் டையும் இணைக்கும் பந்தகம் (ilio femoral ligament), 3. பியூபிஸ், தொடை எலும்பு இரண் டையும் இணைக்கும் பந்தகம் (pubo femoral ligament) 4. இஸ்கியம் தொடை எலும்பு இரண்டை யும் இணைக்கும் பந்தகம் (ischio femoral ligament),

5. தொடை எலும்பின் தலைப்பந்தகம் 6. கிண்ண விளிம்பு (acetabular labrum), 7. குறுக்கு இடுப்புக் கிண்ணப் பந்தகம் (transverse acetabular ligament) என்பனவாகும்.

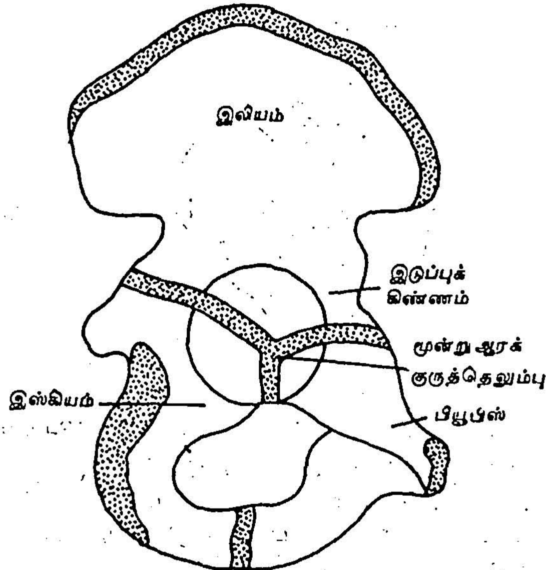
இரத்த வழங்கீடு (blood supply). ஆப்டு ரேட்டார் இரத்தக்குழாய் (obturator arteries), தொடை சுற்று வளைவு உள், வெளி, இரத்தக் குழாய்கள் (medial & lateral circumflex femoral arteries), பிட்ட இரத்தக் குழாய்கள் (gluteal arteries) ஆகியவை இடுப்பு மூட்டிற்கு இரத்தம் வழங்குகின்றன.

நரம்பு வழங்கீடு (nerve supply). தொடை நரம்பு, (femoral nerve), ஆப்டுரேட்டார் நரம்பின் முன் பிரிவு, துணை ஆப்டுரேட்டர் நரம்பு (accessory obturator nerve), மேல் பிட்ட நரம்பு (superior gluteal nerve) ஆகியவை நரம்பு வழங்குகின்றன.

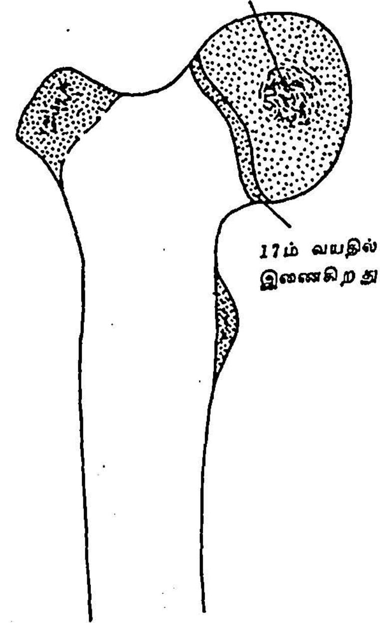
அசைவுகள் (movements). மடக்குதல் (flexion) நீட்டுதல், (extension), பிரித்தல் (abduction), மையம் நோக்கி இழுத்தல் (adduction), பக்க வாட்டில் சுழற்சி (lateral rotation), மையம் நோக்கி சுழற்சி (medial rotation) ஆகியவை முக்கிய அசைவுகளாகும்.

வளர்ச்சி. இடுப்புக் கிண்ணம் இலியம், இஸ்கியம் பியூபிஸ் என்ற மூன்று எலும்புகளின் சேர்க்கையாலும் ஆக்கப்பட்டது. தாயின் வயிற்றில் குழந்தை வளரும் போது 8வது வாரத்தில் இலியம், 16 வது வாரத்தில் இஸ்கியம், 18 வது வாரத்தில் பியூபிஸ் ஆகிய எலும்புகளின் எலும்பாக்க மையங்கள் (ossification centres) உண்டாகின்றன. இந்த மூன்று எலும்புகளும் இடுப்புக் கிண்ணத்தில் மூன்று ஆரக் குருத் தெலும்பால் tri-radiate cartilage) இணைக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 3).

இந்த மூன்று எலும்புகளும் வளர்ச்சியடைந்து 12 வது வயதில் முதிர்ச்சியடைந்து ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்கின்றன. அப்போது மூன்று ஆரக் குருத்தெலும்புகளும் மறைந்து விடுகின்றன.



படம் 3. இடுப்பெலும்பின் வளர்ச்சி



படம் 1. தொடை எலும்பின் தலைப் பகுதி வளர்ச்சி

தொடை எலும்பின் எலும்பாக்க மையம் தாயின் வயிற்றில் வளரும் கருவின் ஏழாவது வாரத்தில் தோன்றினாலும், தொடை எலும்பின் தலைப் பகுதி குழந்தை பிறக்கும் போது குருத்தெலும்பாக இருந்தாலும் அதற்கான எலும்பாக்க மையம் பிறந்த ஆறு மாதங்களுக்குப்பின் வளர ஆரம்பிக்கின்றது. அது வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைந்து 17ம் வயதில் முழுமையடைந்து இணைகிறது (படம் 4).

எம். சி. இரா.

இடுப்பெலும்புக் குழியும், பொருந்தாக்கபாலமும்

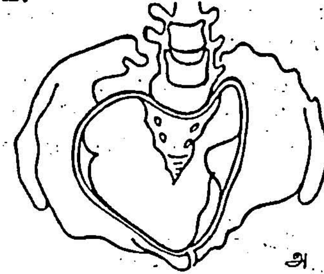
இடுப்பெலும்புக்கூடு, இலியம், இஸ்க்கியம், இடுப்பு முன்எலும்பு என்ற மூன்று எலும்புகளாலும்,சேகரம், காக்சிக்ஸ் என்ற முதுகெலும்பின் கீழ்ப்பகுதியாலும் ஆனது. இடுப்பெலும்பு அறை தன்னகத்தே சில முக்கிய உள்ளுறுப்புக்களை வைத்துப் பாதுகாக்கிறது. பெண்ணின் இடுப்பெலும்பு அறையுள் கருப்பை, சிறுநீர்ப்பை ஆகியவை இருக்கின்றன. பெண்ணின் இடுப்பெலும்புக் கூடும் ஆணின் இடுப்பெலும்புக் கூடும் உருவ அமைப்பில் வேறுபடுகின்றன. அந்த வேறுபாடுதான் குழந்தைப் பேற்றிற்கு ஏதுவான இடவசதியை அளிக்கிறது. ஆணின் இடுப்பெலும்பு தட்டையாகவும் வளைவு குறைவாகவும் இருக்கிறது. மேலும் அது கனமாகவும், திடமான விளிம்புகளுடையதாகவும் இருப்பதால் இடுப்பெலும்பு அறையின் உள் அளவுகள் குறைவாக இருக்கின்றன. ஆனால் பெண்ணின் எலும்புகள் மெல்லிய விளிம்புகளுடன், வளைந்திருப்பதால் இடுப்பெலும்பு அறையின் உள் அளவுகள் அதிகமாகவும் பிள்ளைப் பேற்றுச்கேற்றவாறும் இருக்கின்றன. ஆனால் கருவிலுள்ள குழந்தையின் தலைக்கும் தாயின் இடுப்பறைக்கும் பொருந்தாமை இருந்தால் அது ஒரு முக்கிய குறைபாடாகும். முதல் மகப்பேறு இயல்பான மகப்பேறாக வேண்டுமென்றால் குழந்தையின் தலை தாயின் இடுப்பறைக்குள் 38 வாரங்களுக்குள் தடங்கல் இல்லாமல் பொருந்தி இருக்க வேண்டும். பல குழந்தைகள் பெற்ற பெண்களுக்குப் பேறுகாலம் வருவதற்குச் சில மணி நேரங்களுக்கு முன்பே குழந்தையின் தலை தாயின் இடுப்பெலும்புக் (pelvic cavity) குகைக்குள் நுழைந்துவிடும். குழந்தையின் தலையின் நிலை வேறுபாட்டுக்குத் தகுந்தாற்போல், குழந்தைக் கபாலத்தின் மிக அதிகமான குறுக்குவெட்டு நீளமும் தாயின் இடுப்பறையின் கொள்ளளவும் ஒன்றுக்கொன்று பொருந்தி இருத்தல் அவசியமாகும். தாயின் இடுப்பறை சீராகவும் குழந்தையின் தலை பெரிதாகவும் இருந்தாலோ குழந்தையின் தலை சீராகவும், தாயின் இடுப்பறை குறுகியதாகவும் இருந்தாலோ இவ்விரு நிலைகளுமே ஏற்பட்டாலோ பொருந்தாமை ஏற்படலாம்.

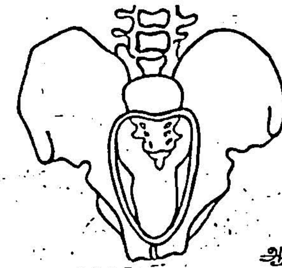
தாயின் பேறுகால ஆய்வின்பொழுது, இப்பொருந்தாமையைக் கண்டுபிடிப்பது என்பது இன்றியமையாததாகும். தாய்மை 37 ஆவது வாரம் முடிவடைந்த முதல் மகப்பேறுடையவர்க்கும் முந்திய பேறு காலங்களில் கஷ்டப்பட்ட தாய்மார்களுக்கும், புணர்வாய் வழி ஆய்வுமூலம் இப்பொருந்தாமையைக் கண்டுபிடித்தல் வேண்டும்.

சுமார் 55 விழுக்காடு பெண்களின் இடுப்பெலும்புக் கூடு பெண் இன இடுப்புத்தோற்றம் கொண்டது. இவ்விடுப்பெலும்பின் உள்வாய் வட்டமானதோற்றம் கொண்டது. இடுப்பெலும்பின் வெளிவாய் அகன்று இருக்கும்.

இடுப்பெலும்பு அமைப்பு மாறுபட்டிருந்தாலும் இப்பொருந்தாமை வரக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, எலும்பு மென்மை (எலும்புருக்கி நோய்), குழந்தைக் கணை, இளம்பிள்ளைவாதம், தொடை எலும்பின் மாறுபட்ட நிலை, இடுப்பு மூட்டு பிறவியிலேயே நழுவியிருத்தல், முதுகெலும்புக் குறைகள் போன்றவைகளால் இடுப்பெலும்பின் அமைப்பு மாறுபடலாம்

முதுகெலும்பு பக்கவாட்டில் வளைந்திருத்தல் முதுகெலும்பு பின் பக்கமாக வளைந்திருத்தல் பின் கூனல், இருபக்கத் திரிக இணைப்புப்பரப்பு வளர்ச்சியின்மை, ஒரு பக்கத் திரிக இணைப்புப் பரப்பு வளர்ச்சியின்மை ஆகியவை முதுகெலும்புக் குறைகளாகும். இறுதியில் கூறிய இரண்டும் மிகவும் அரியவை. இறுதியாக இடுப்பெலும்பில் முறிவு ஏற்பட்டாலும் கட்டிகள் ஏற்பட்டாலும் இப் பொருந்தாமை ஏற்படலாம்.





படம் 1

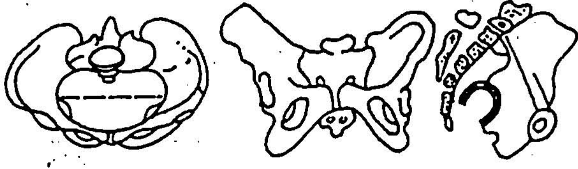
அ. நேகள்ஸ் இடுப்பெலும்பு ஆ. ராபர்ட்ஸ் இடுப்பெலும்பு

இடுப்பெலும்பின் வகைகளை கால்டுவெல் முறையில் வகைப்படுத்தல். பெண் இன இடுப்பு, ஆண் இன இடுப்பு, மனிதக் குரங்கு போன்ற இடுப்பு, தட்டை இடுப்பு என நான்கு வகைப்படும்.

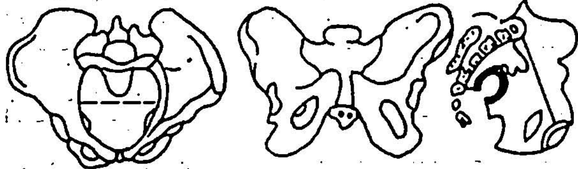
சுமார் 20 விழுக்காடு பெண்களின் இடுப்பறை ஆண் இன இடுப்புத் தோற்றம் கொண்டது. (இப்பெண்கள் பொதுவாக ஒழுங்கிணையா மகப்பேற்று உடற்கூறு ஒருங்கோட்டம் பெற்றவர்களாக இருப்பார்கள்). இவர்களின் இடுப்பு விளிம்பின் உள்வாய் இதயம் போன்ற தோற்றம் கொண்டது. திரிக முனைப்பு எளிதாகத் தொடும் தொலைவில் இருக்கும்

வெளிவாயில் சாய்வளவு மிகவும் குறுகி இருக்கும், இருபுறக் கழலை எலும்பின் இடைவிட்டம் குறைவாக இருக்கும். பொதுவாகக் கருவுற்ற பெண்களின். குழந்தையின் தலையின் பின்முனைப்பு, பின்னோக்கி இருக்கும்.

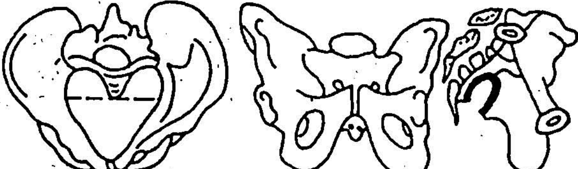
சுமார் 22 விழுக்காடு பெண்களிடம் மனிதக் குரங்கு போன்ற இடுப்புத் தோற்றம் காணப்படும். இவ்விடுப்பின் உள்வாய் விரிந்து அகன்று இருக்கும். இவ்விளிம்பின் வாய் நீள் உருளை வடிவமாக (முட்டை வடிவமாக) அமைந்திருக்கும். இடுப்பின் வெளிவாய் குறுகியும் திரிக எலும்பு நீண்டும் இருக்கும். திரிக இருக்கை இடைப்பிளவு குறுகியும் இருபுறக்கழலை எலும்பின் இடைவிட்டம் குறைந்தும் இருக்கும்.



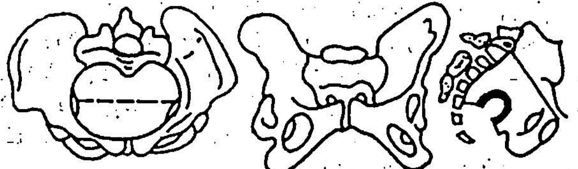
1



2



3



4

படம் 2

1. பெண் இன இடுப்பு 2. ஆண் இன இடுப்பு 3. தட்டை போன்ற இடுப்பு 4. மனிதக் குரங்கு போன்ற இடுப்பு.

5 விழுக்காடு பெண்கள் தட்டை போன்ற அமைப்புள்ள இடுப்பினைக் கொண்டவர்களாவர். இவ்விடுப்பின் எல்லா மட்டங்களிலும் முன்பின் விட்ட அளவு குறுக்கமுடையதாகவும் குறுக்குவிட்டப் பெருக்கம் கொண்டதாகவும் அமைந்திருக்கும். இவ்விடுப்பைக் கொண்ட பெண்கள் கருவுற்ற நிலையில் குழந்தையின் தலை அதே நிலையில் இருக்க,குழந்தை பிறக்க நேரிடும்.

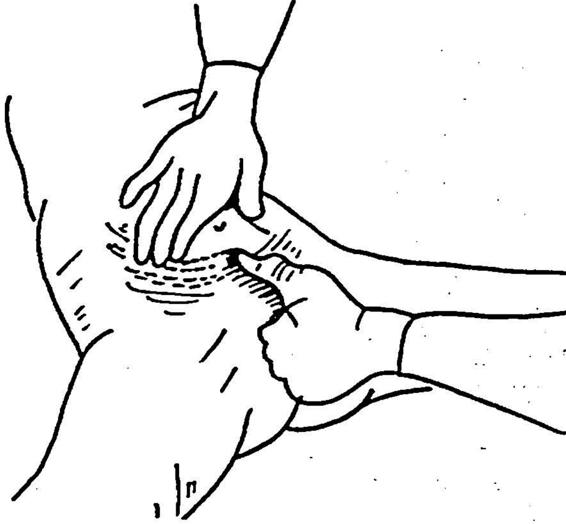
கண்டுபிடிக்கும் முறை. தாயின் உணவிலும வாழ்க்கையிலும் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றத்தால் தற்காலத்தில் இப்பொருந்தாமை அதிகமாகக் காணப்படுவதில்லை. இப்பொருந்தாமை இடுப்பறையில் எம்மட்டத்திலும் ஏற்படக்கூடும். இடுப்பறையின் உள் விளிம்பிலோ, நடு இடுப்பறையிலோ, வெளி வாயிலிலோ ஏற்படலாம். மேலும் எம்மட்டத்திலும் குறுக்கு அல்லது முன்பின் விட்டத்திலோ இப்பொருந்தாமை இருக்கக்கூடும். சில சமயங்களில் இவ்விரு விட்டங்களிலும் குறுக்கம் ஏற்பட்டுப் பொருந்தாமை விளையலாம். பொதுவாக ஒரு விட்ட அளவில் குறுக்கம் ஏற்பட்டால் இன்னொரு விட்ட அளவில் பெருக்கம் ஏற்பட்டு அக்குறுக்கத்தைச் சரிசெய்துவிடும்.

தாயின் பேறுகால வரலாற்றுக் குறிப்பு. கருவுற்றிருக்கும் பெண்களிடம் எல்லா விவரங்களையும் முழுமையாக அறியவேண்டும். ஒரு தாய் பல குழந்தைகள் பெற்றிருப்பின், முதல் பேறுகாலத்தைப் பற்றிய முழுவிரமும் அத் தாயிடமிருந்து அறிதல் வேண்டும். இவ் விவரங்களிலிருந்து இப்பெண்களுக்கும் இப்பேறு காலத்தில் பொருந்தாமை வரக்கூடுமா என்பதை அறிய முடியும்.

கருவுற்ற பெண்ணின் உயரத்தை அளத்தல் வேண்டும். அப் பெண் 5 அடிக்குக் குறைந்து இருந்தாலோ அடிவயிறு சரிந்து தொங்கலாக இருந்தாலோ இப்பொருந்தாமை இருக்கக்கூடும் என்று ஐயம் கொள்வது பொருந்தும். ஒழுங்கிணையா மகப்பேற்று உடற்கூறு ஒருங்கோட்டம் இருக்கிறதா என்பதை அறிதல் வேண்டும். பெண்ணின் நடையின் மூலம் இளம்பிள்ளைவாதம், எலும்பு மென்மை இவற்றையும் மற்ற இடுப்பெலும்புத் தோற்ற மாறுபாட்டையும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

தாயின் பிறப்பு உறுப்பு ஆய்வு. முதல் பேறுகாலத்தின் இறுதிப் பகுதியில் குழந்தையின் தலை தாயின் மடிவயிற்றில் இடுப்பெலும்பு விளிம்பை நெருங்கா நிலையிலிருந்தால் (மிதந்து கொண்டிருக்கும் நிலை) மருத்துவர், மன்றோக்கர் முல்லர் முறையில் குழந்தையின் தலை தாயின் இடுப்பறைக்குள் நுழையுமா, நுழையாதா என ஆய்வு செய்து

பார்க்க வேண்டும். இந்தவிதமான முயற்சிக்குப் பின்னும் குழந்தையின் தலை தாயின் இடுப்பறைக்குள் நிலை கொள்ளாமல் இருந்தால் மருத்துவர் தாயின் பிறப்பு வழியையும் இடுப்பறையையும் தீவிரமாக ஆய்வு செய்ய வேண்டும்.



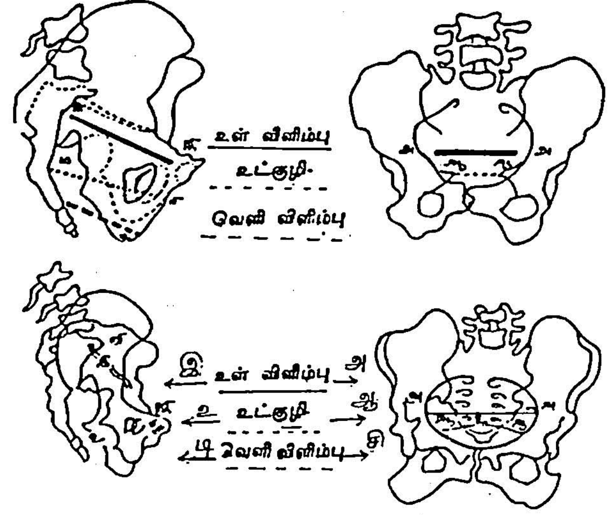
படம் 3. மன்றோக்கர் முல்லர் முறை

இடுப்பெலும்புக்கூடு அளவீடு. முதல் பேறுகாலத்திற்கு வரும் தாய்களுக்கு 36 வார மகப்பேறு நிலைக்குப் பின் இந்த ஆய்வு செய்தல் வேண்டும். இடுப்பெலும்பு அளக்கும் கருவி கொண்டோ புணர்வாய் வழி ஆய்வு மூலமாகவோ இதை மதிப்பிடலாம்.

இடுப்பறையின் வெளிவாயிலின் விட்டம் அளக்கும் முறை. அளவு கருவி கொண்டு வெளிவாயிலில் எடுக்கும் அளவுகள் நம்பத் தகுந்தவை. ஆனால் அளவு கருவிகள் கொண்டு உள் அறை, விளிம்பு, குறுக்கு வெட்டு அளவுகளை அளப்பது மிகவும் சிக்கலானதாலும், அவ்வளவுகளில் பிழைகள் அதிகம் காணப்படுவதாலும், அக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதில்லை. புணர்வாய் வழி ஆய்வே சாலச் சிறந்ததென்பது ஒத்துக்கொள்ளப்பட்ட உண்மை ஆகும்.

இடுப்பெலும்பு வளைவைத் (ப்யூபிக் வளைவை) தொட்டு ஆய்வு செய்வதன் மூலம் மதிப்பிடலாம். பக்கவாட்டில் சீச்சின மூலம் (swing) அதாவது இடுப்பெலும்பின் வளைவுபாகத்தை இரண்டு விரல்கள் வைத்துச் சுற்றிப் பார்ப்பதால் வளைவின் தன்மையை அறிய முடியும்.

வெளிகுறுக்குவிட்ட அளவு. பொதுவாக மூடிய கையின் நான்கு மணிக்கட்டு மூட்டுக்களும் இல்



விட்டம்		அளவு
உள் விளிம்பின் விட்ட அளவு	முன்பின் விட்டம் உ-ஓ குறுக்கு விட்டம் அ-அ'	12.5 செ.மீ. 13 செ.மீ.
உட்குழி	முன்பின் விட்டம் ம-பி குறுக்கு விட்டம் அ-அ'	11.5 செ.மீ. 10.5 செ.மீ.
வெளி விளிம்பு	முன்பின் விட்டம் ச-த குறுக்கு விட்டம் சி-சி'	7.5 செ.மீ. 10.5 செ.மீ.

படம் 4. இடுப்பெலும்பின் எல்லா மட்டத்தின் விட்ட அளவுகள்

விடையினுள் பொருந்தினால் இயற்கைப் பேறு காலம் நிகழும் என நம்பலாம்.

பொருந்தாமையால் ஏற்படும் விளைவுகளைத் தாய்க்கு ஏற்படும் கெடுதல்கள், பிறக்கும் குழந்தைக்கு ஏற்படும் கெடுதல்கள் என இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

தாய்க்கு ஏற்படும் கெடுதல்கள். அதிக நேரம் பேறுகால வேதனையில் இருக்கும்போது, குழவியின் தலை, எலும்புக் கூட்டிற்குள் நுழைய முடியாமல் இருக்கும் பொழுது, கருப்பையின் கீழ்ப்பாகம் அதிகமாக விரிவடைந்து, மேல்பாகம் சுருங்கிக் கொண்டே வரும். அவ்விதம் ஏற்படும்போது, கீழ்ப்பாகம் அதிகமாக விரிவடைந்து மெல்லியதாகி, பிளவு ஏற்பட்டுவிடும். இதைக் கருப்பை வெடித்துவிட்டது என்று கூறுகிறோம். இதை உடனடியாகக் கவனிக்காமல் விட்டால் இறப்பு ஏற்படலாம்.

சில சமயங்கள், குழவியின் தலை ஓர் அளவிற்கு இடுப்பெலும்புக்குள் நுழைந்து, பிறகு அந்த இடத்திலிருந்து கீழ்நோக்கி வர முடியாமல் அதே இடத்தில் நின்றுவிட்டால், நீர்ப்பை அழிந்துவிடும். அந்த நேரத்தில் நீர்ப்பையில் இரத்தக் கசிவு ஏற்பட, நீர்

இரத்த நிறமாகவும் இருப்பதுண்டு. இத்தருணத்தில் கருப்பையில் வெடிப்பு ஏற்பட்டால், நீர்ப்பை பாதிக்கப்பட்டு அதில் வெடிப்பு ஏற்படலாம்.

சிசுவுக்கு ஏற்படும் கெடுதல்கள். நீண்ட நேரமாகத் தலை இடுப்பெலும்புக்குள் நுழையாமல் இருந்தாலும், ஓர் அளவிற்கு நுழைந்து, எலும்புகள் பாதி அளவில் நின்றுவிட்டாலும், சிசுவின் தலை அழுந்துவதால், முதலில் தலையில் கொண்டைவளரத் தொடங்கும் பிறகு சிசுவின் கபால எலும்புகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று ஏறி, மூளையின் கனபரிமாணத்தைக் குறைத்து (compression) இரத்த ஓட்டத்தைக் குறைக்கும். அதன் விளைவாகக் குழந்தையின் இதயத் துடிப்பு, முதலில் அதிகரித்து, பிறகு குறைந்து இறுதியில் மறைந்துவிடும். இதை அஸ்ஃபிக்சியா என்று கூறுகிறோம். இந்த நிலை வருவதற்கு முன்பே, பேறு காலத்தை விரைவுபடுத்தி, கருவி கொண்டு மகப்பேறு செய்வதோ (forceps delivery), வயிற்று வழியாக அறுவை (caesarean) செய்வதோ நல்லது. சில சமயங்களில் இந்த நிலையில் பிறக்கும் குழந்தைகளுக்கு அவர்கள் வளரும்போது வளர்ச்சி தடைப்படும். பேசும் தன்மையும் நாள் சென்று அமையும். பிற குழந்தைகள் போன்று நல்ல உடல்நிலையோடு இருக்கமாட்டார்கள். மூளையின் வளர்ச்சியும் பாதிக்கப்படும்.

நஞ்சுக்கொடி முன் வருதல் (prolapse of the cord). இந்தச் சூழ்நிலை ஏற்பட்டால் அதாவது நச்சுக் கொடி புணர்வாயில் இறங்கிவிட்டால் அதில் இரத்தத் துடிப்பு இருந்தால் (pulsation of the cord) உடனடியாக அறுவை சிசிச்சை செய்து குழந்தையைக் காப்பாற்ற வேண்டும். இந்த நிலையுடைய குழந்தையின் தலை பெரிதாக இருந்து, தாயின் இடுப்பு சிறியதாகவோ சாதாரணமாகவோ இருந்தால் இடுப்பெலும்புக்குள் இத்தலை நுழையாமல் மேலேயே இருந்து கொண்டு பனிக்குடம் உடைந்ததும், நச்சுக் கொடி வழுக்கி விழுந்தது போல் புணர்வாயில் வந்துவிடும். ஆகவே இதில் கவனமாக இருக்க வேண்டும்

குழந்தை இறந்துபோய், கருப்பை வாய் திறந்திருந்தால் கருவி கொண்டு, குழந்தையின் மண்டையில் ஓட்டைபோட்டு அதிலிருக்கும் மூளையை வெளிவரச் செய்தால், மண்டை ஓடுகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாகச் சரிந்து, தலையின் சுற்றளவு ஓரளவிற்குக் குறைந்துவிடும். அதன் பிறகு, குழந்தை தானாகப் பிறந்தாலும் பிறக்கலாம் அல்லது கருவி கொண்டும் எடுக்கலாம்.

வெளி முன்பின் விட்ட அளவு. திரிக எலும்பின் நுனிக்கும் இடுப்பெலும்பின் உடல் இணைப்பின் அடிப்பாகத்திற்கும் இடையில் உள்ள விட்ட அளவு 12.5 செ.மீ ஆகும்.

இடுப்பு மையத் திரிக நுனித் தொலைவு. முன்பின் விட்டத்தின் பின் ஆரம் குறுக்கு விட்ட அளவின் மையத்திற்கும் திரிக எலும்பின் நுனிக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு. இதன் அளவு பொதுவாக 7 செ. மீ ஆகும். முன்பின் விட்டத்தின் பின் ஆரம், குறுக்கு விட்ட அளவு ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை 15 செ.மீ.இற்கு மேலாக இருக்க வேண்டும். அதற்குச் சிறிது குறைந்தாலும் பொருந்தாமை வரக்கூடும்.

இடுப்பின் சாய் விட்டம். வலக் கையின் முதல் இரு விரல்களைப் புணர்வாயில் விட்டுத் திரிக முன் முனைப்பை நடுவிரலால் தொட வேண்டும். இடக் கையின் ஆள்காட்டி விரலால் இடுப்பெலும்பின் ஃபியூபிக் இணையத்தின் உடலிணைப்பின் கீழ்ப் பரப்பை அடையாளம் கண்டுகொள்ள வேண்டும். பிறகு இரண்டு விரல்களையும் வெளியில் எடுத்து அந்த அளவுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட நடுவிரலின் நுனிக்கும், ஆள்காட்டி விரலில் குறிக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவை அளவு கோலால் அளக்க வேண்டும். பொதுவாக இதன் அளவு 12.5 செ.மீ. ஆகும். மெய்விட்டம் என்பது சாய்விட்டத்திலிருந்து 1.5 செ.மீ. அல்லது 2. செ.மீ. ஐக் கழித்தால் வரும் அளவேயாகும்.

இதற்குப்பின் திரிக எலும்பின் குழியை அளக்க வேண்டும். புணர் வாயில் நுழைக்கப் பெற்ற விரல்களால் திரிக முன்முனைப்பிற்கும், அதன் நுனிக்கும் இடையுள்ள அளவிலிருந்து இக்குழியை மதிப்பிடலாம். இவ்வெலுமபுப் பரப்பு ஒருபொழுதும் தட்டையாக இருக்கக்கூடாது. பிறகு இருக்கை எலும்பு முட்களுக்கு இடையே உள்ள விட்டத்தை அளக்க வேண்டும். பொதுவாக இது 10 செ.மீ. ஆகும். அதன்பிறகு, திரிக முள்ளிடைத்துளையின் நீளத்தை அளத்தல் வேண்டும். பொதுவாக, இவ்விடைவெளி இருவிரல்களை எளிதாக அனுமதிக்கும். பொருந்தாமை இருப்பின் இருவிரல்களை நுழைப்பது கடினம்.

பிறகு இடுப்பறையின் உட்பாகத்தில் பக்கச் சுவர்களை அளக்க வேண்டும். இச்சுவர்கள் இணையாகவோ இணைவிட்டுப் பிரிபவையாகவோ இருக்க வேண்டும். இவை ஒருபொழுதும் இணையும் தன்மை கொள்ளலாகா.

ஆய்வால் பிறப்புறுப்புப் பொருந்தாமையை அளத்தல்

சாஸர் மாயர் முறை. இப்பொருந்தாமை அடிவயிற்றை ஆய்வு செய்து ஓரளவிற்குக் கண்டு பிடிக்கலாம். மருத்துவர் தமது இடக் கையின் உள் விளிம்பால் கருப்பையினுள் உள்ள குழந்தையின் தலையைப் பிடித்துக் கொண்டு அதைத் தாயின் இடுப்பெலும்பின் விளிம்பினுள் பொருத்துதல் வேண்டும். பின் மெதுவாகக் கீழ்ப்புறமாகவும், பின் புறமாகவும் கையால் தள்ளிக் கொண்டு வலக் கையல்லா குழந்தையின் தலையும் இடுப்பறையின் விளிம்

பும் ஒன்றோடொன்று பொருந்துகின்றனவா என்பதை மதிப்பிட வேண்டும். பொருந்தினால் இப் பொருந்தாமை இல்லை எனச் சொல்லலாம்.

மன்றோக்கர் முல்வர் முறை (பொருந்தாமையை மதிப்பிடும் முறை). வலப்பக்கம் நின்று கொண்டு இப் பொருந்தாமையை மதிப்பிடல் வேண்டும். மருத்துவர் இடக் கையால் குழந்தையின் தலையை இடுப்பறையின் விளிம்பில் பிடித்துக்கொண்டு, வலக் கையின் முதல் இருவிரல்களைப் புணர்வாயில் விட்டு அக்கையின் பெருவிரலால் குழந்தையின் தலை இடுப்பறையின் விளிம்பில் பொருந்துகிறதா என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். இம்முறையில் குழந்தையின் தலை இடுப்பறையினுள் தாராளமாகச் செல்கிறதா அல்லது விளிம்பின் மேல் அமர்ந்துகொள்கிறதா என்பதை மதிப்பிடல் மூலம் சற்றுப் பொருந்தாமை, மிகப் பொருந்தாமை, சாலமிகப் பொருந்தாமை என்று மூன்று தரங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

அயன்டோனால்டு முறை. இம்முறையில் கருவுற்ற பெண் முதுகுப் புறம் படுத்து முழங்கால் மூட்டுக்களை உயர்த்தி நன்றாக அகலப் பிரித்த நிலையில் மருத்துவர் அப்பெண்ணின் வலப்புறம் நின்று கொண்டு இப் பொருந்தாமையை மதிப்பிட வேண்டும். மருத்துவர் தம் இரண்டு கைகளின் மூன்றாவது, நான்காவது, ஐந்தாவது விரல்களால் குழந்தையின் தலையின் முன் முனைப்பையும், பின் முனைப்பையும் பிடித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

இடக் கையின் ஆள்காட்டி விரலைப் பியூபிக் இணையத்தின் மேல் வைத்துக் கொண்டு, தம் பெருவிரலால் குழந்தையின் உச்சி முனைப்பைப் பின்புறமாக அழுத்த வேண்டும். குழந்தையின் தலையை நன்றாகப் பிடித்த நிலையில் தம்முடைய உதவியாளரிடம் குழந்தையின் புட்டத்தில் கைகளை வைத்துக் கொண்டு தாயின் இடுப்பறையை நோக்கி அழுத்தும்படிக் கூற வேண்டும். அவர் அவ்வாறு உச்சி முனைப்பைக் கீழ்ப்புறமாகவும், பின்புறமாகவும் தள்ள வேண்டும். இவ்வாறு செய்கையில் குழந்தையின் தலையின் முன்முனைப்பும், பின் முனைப்பும் இடுப்பறை விளம்பில் தாராளமாகப் பொருந்துகின்றனவா என்பதை மதிப்பிட வேண்டும். பியூபின் இணையத்தின் மேலுள்ள ஆள்காட்டி விரலால் பொருந்தாமையின் தரத்தை மதிப்பிடலாம். குழந்தையின் உச்சி முனைப்பு இடுப்பறையினுள் தாராளமாகப் பொருந்தினால், பொருந்தாமை இல்லையெனக் கொள்ளலாம்.

ஊடுகதிர்ப் படம் மூலம் இடுப்புக் கூட்டின் விட்டம் அளக்கும் முறை. இம் முறையில் இடுப்பறையின் எல்லா மட்டங்களிலும் உள்ள முக்கியமான விட்டங்களை நான்கு ஊடுகதிர்ப் படங்களால் துல்லியமாக அளக்கலாம். அவ்விதம் அளந்து பொருந்தாமை எந்த அளவு உள்ளது என்பதை நிர்ணயிக்கலாம்.

நின்ற நிலையின் பக்கவாட்டிலிருந்து எடுக்கப்படும் ஊடுகதிர்ப்படம். தாயை நிற்க வைத்து அவளது பக்கவாட்டிலிருந்து ஊடுகதிர்க் குழாயை, புட்ட இருப்பை எலும்புமுள்ளை மையங்கொண்டு இப் படத்தை எடுக்கவேண்டும் துல்லியமாக அளப்பதற்கு அளவுகள் பொறிக்கப்பட்ட அளவுகோலைத் தாயின் இரண்டு புட்டத்திற்கும் இடைவெளியில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். சரியானமுறையில் எடுக்கப்பட்ட படத்தில் இரண்டு புறக் கிண்ணங்களும் சற்றேறக் குறைய அதேபோல் பதிந்து காணப்படும். இப்படம் மூலம் எல்லா மட்டங்களிலும் உள்ள முன்பின விட்ட அளவுகள், இடுப்பறையின் ஆழம், விளிம்பு பியூபிக் இணைப்பின் சாய்வளவு, விளிம்பு மட்டத்திற்கும் இருக்கை எலும்பு முனை ஆகியவற்றிற்குமுள்ள தூரம், திரிக எலும்பின் நீளம், அதன் வடிவம், சாய்மானம், அது தட்டையாக உள்ளதா என்று காணுதல், உண்மையானதும் போலியானதுமான திரிக முன் முனைப்பு, முன்பின் விட்டத்தின் பின் ஆரம் இவற்றை அறியலாம். இவை தவிரக் குழந்தையின் தலைக்கும் விளிம்பிற்குமுள்ள உட்பத்தம் எப்படியுள்ளது அல்லது குழந்தையின் தலையின் இடுப்பு நிலை, அது விளிம்புடன் பொருந்திய அளவு, குழந்தையின் இருபுற உச்சி முனைப்புகளின் விட்ட அளவு இவற்றை அறியவும் பயன்படுகிறது. இதிலிருந்து பொருந்தாமையின் தரத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

இடுப்பின் விளிம்பின் மேலிருந்து கீழ்நோக்கி எடுக்கும் படம். ஊடு கதிர்ப்பட இருக்கையின் மேல்தாயை உட்காரவைத்து அவளது முதுகை 35° முதல் 40° சாய்ந்து கொடுத்துச் சரியான இடுப்பின் நிலை கிடைத்தபின் பியூபிக் எலும்பின் கிளையை மையங்கொண்டு ஊடுகதிர்ப்படம் எடுக்க வேண்டும். படம் சரியாக எடுக்கப்பட்டால் பியூபிக் எலும்பின் மேல் கிளைகளின் எல்லைக் கோடுகள் ஒன்றின் மேல் மற்றொன்று சேர்ந்தாற்போல் காணப்படும். இதில், விளிம்பின் வடிவம், விளிம்பின் மிக அதிகமாக குறுக்கு விட்டத்தின் நீளம், புட்ட எலும்பின் இருபுற முட்களுக்கும் இடையிலுள்ள விட்டம் குழந்தையின் இருப்பு நிலைஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

நேர் முன்பின் ஊடுகதிர்ப் படம். கருவுற்றவரை மல்லாந்த நிலையில் படுக்க வைத்து நேராக எடுக்கப்படும் இக்கதிர்ப்படம் மூலம் இடுப்பறையின் பக்கச் சுவர்களின் போக்கையும், இருக்கை எலும்பின் இருமுட்களுக்கும் இடையே உள்ள விட்டத்தையும் அளக்கலாம்.

வெளிவாயிலின் ஊடுகதிர்ப்படம். இருக்கைக் கழலையின் மீது ஊடுகதிர் எந்திரக் குழாயை மையங்கொண்டு இப்படத்தை எடுக்க வேண்டும். இதில் பியூபிக்கின் கீழ் வளைவு (கீழ் வளைவின்

கோணம்), இடுப்பறையின் பக்கச் சுவர்களின் குணம் ஆகியவற்றை அளவிடலாம்.

ஊடுகதிர்ப்படம் மூலம் விளிம்பின் குறுக்கு விட்டத்தைத் துல்லியமாக அளக்க முடியும். மகப்பேறு இப்படித்தான் நடைபெறக்கூடும் என்ற எதிர்பார்ப்பை ஒரே ஒரு விட்ட அளவை மட்டும் வைத்துக் கூறுதல் சரியன்று. இடுப்பெலும்பின் எல்லா மட்டங்களின் விட்ட அளவுகளைக் கொண்டே சாலச்சிறந்த முடிவுக்கு வர முடியும்.

இவ்விட்ட அளவுகளைக் கால்டுவெல் மலாய்க் கருவி மூலம் துல்லியமாக அளக்கலாம்.

குழந்தையின் தலையின் விட்டத்தை அளக்கும் முறை. குழந்தையின் தலையின் விட்டத்தை அளந்து பொருந்தாமை உள்ளதா என்பதை அறியலாம். இதை அறியக் கேளா ஒலியலை (ultra sonar) என்ற புத்தம் புதிய கருவி தற்காலத்தில் வந்துள்ளது. இக்கருவியைக் கொண்டு குழந்தையின் தலையின் இரு பக்க உச்சி முனைப்பின் இடை வெளியைத் துல்லியமாக அளக்க இயலும்.

ஊடுகதிர்ப் படத்தால் கருவிற்குப் பல தீங்குகள் வருகின்றன என்பதைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். அதனால் ஊடுகதிர்ப் படங்களை மிகவும் அவசியமான கட்டத்தில் எடுக்க வேண்டுமேயன்றி நடைமுறையாகக் கருவுற்ற எல்லாப் பெண்களுக்கும் எடுக்கக் கூடாது. நின்ற நிலை பக்கவாட்டிலிருந்து எடுக்கும் கதிர்ப்படம் பொருந்தாமையை மதிப்பிடப் போதிய தகவல்களைத் தருவதால் கூடியவரை அவ்வொரு படம் எடுப்பதுடன் நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

மருத்துவ முறை. இப்பொருந்தாமையில் ஏற்படும் விளைவுகளைக் காண்கையில் பேறுகாலத்தின் பொழுது தாய் சேய் இருவரின் உயிரைக் காப்பாற்றுவதற்குச் சில முறைகளைக் கையாளுவது மிகவும் அவசியம் என்பது உறுதியாகிறது. இம்முறைகளில் பேறு காலத்திற்குரிய நாள் வருமுன்னரே, குழந்தை முழு வளர்ச்சி அடையுமுன்னே புணர்வாய் வழி மகப்பேறு உண்டாக வாய்ப்பு அளித்தல், பேறுகாலத்தில் புணர்வாய் வழி மகப்பேற்றிற்கு வாய்ப்பு அளித்தல், சிசேரியன் அறுவை முறைமூலம் குழந்தையை எடுத்தல், குழந்தை இறந்துபோய்க் கருப்பையின் வாய் திறந்திருந்தால் அதற்கான கருவி கொண்டு குழந்தையின் மண்டை ஓட்டைத் தகர்த்துக் கூறுபடுத்திக் குழந்தையை வெளியே எடுத்தல் போன்றவை முக்கியமானவையாகும்.

லோகசுந்தரி செல்வராஜ்

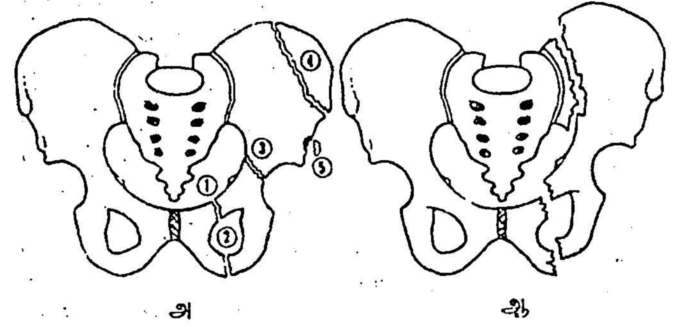
நூலோதி

1. Jones, D. L., Fundamantals of Obsterics and Gynaecology, Vol.II, The English Language Book Society, Oxford, 1980.

2. Mudaliar, A.L., Krishnamenon M.K., Clinica Obstetrics, 8 th Edn., Orient Longaman, Madras, 1978.

இடுப்பெலும்பு முறிவு

இடுப்பெலும்பு உடலின் நடுப்பகுதியில் ஒரு கிண்ணம் (basin) போன்று அமைந்து, உடலின் மேற்பகுதி பளு முழுவதையும் தாங்கிக் கொண்டு, இரண்டு கால்களின் மேல் அமர்ந்துள்ளது. சாதாரணத் தாக்குதல் (violence) களினால் அவை முறிவதில்லை. பலத்த நேரடித் தாக்குதல்களாலும் அல்லது தொடை எலும்பு வழியாக வரும் பலத்த தாக்குதல்களினாலும் அவை முறிகின்றன.



படம் 1. இடுப்பெலும்பு முறிவுகள்

அ. நிலையான எலும்பு முறிவுகள் படம் ஆ. நிலையற்ற எலும்பு முறிவுகள்

அ. 1. மேல் இஸ்கியப் பியூபிய இணைப்பு முறிவு 2. கீழ் இஸ்கியப் பியூபிய இணைப்பு முறிவு 3. இடுப்புக் கிண்ண முறிவு 4. இலியம் எலும்பு முறிவு 5. இலியம் எலும்பின் கீழ் முன்முனை முறிவு.

ஆ. இடுப்பு வளைய முறிவின் குத்து நிலை வெட்டுமுகத்தில் இலியம், பியூபிஸ், இஸ்கியம் ஆகிய மூன்று எலும்புகளிலும் முறிவு ஏற்பட்டு மேல்பக்கமாக விலகியுள்ளது.

இடுப்பெலும்பு முறிவுகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை,

1. வளர்ச்சித் தகடுப் பகுதி இழுப்பு முறிவு (avulsion fracture of the epiphysis),

2. இடுப்பு வளைய முறிவு (fracture of the pelvic ring).

3. இடுப்புக் கிண்ண முறிவு (fracture of the acetabulum) என்பனவாகும்.

வளர்ச்சித் தகடுப் பகுதி இடுப்பு முறிவு. இடுப்பெலும்பின் உச்சி (iliac crest), இடுப்பெலும்பின்

மேல் முன்முனை (antero superior iliac spine), இஸ்கி யத்தின் முண்டு (ischial tuberosity) ஆகியவற்றின் முறிவுகள், விறுவிறுப்பான ஓட்டம், நடனம் ஆகிய வற்றின் காரணமாக இளம் விளையாட்டு வீரர்க ளுக்கு அதிகம் ஏற்படுவதுண்டு. இம்முறிவுகளுக்கு அறுவை மருத்துவமின்றி ஓய்வின் மூலமே குணப் படுத்திவிடலாம். சில வேளைகளில் முறிந்த இஸ்கி யத்தின் முண்டு ஒட்டும்போது அபரிமிதமான முகிழ் என்பு (callus) ஏற்பட்டு, உட்காரும்போது வலி ஏற் பட ஏதுவாகிறது. சில வேளைகளில் அது புற்று நோய்க் கட்டியோ என்ற குழப்பத்தையும் ஏற்படுத்த லாம். அவற்றை அறுவை சிகிச்சை மூலம் குணப் படுத்துவது நல்லது.

இடுப்பு வளைய முறிவு. இடுப்பு வளையம் வயிற் றின் அடிப்பாகத்திலுள்ள முக்கியமான உள்ளுறுப்பு களைப் பாதுகாக்கின்றது. இடுப்பு வளைய எலும்பு கள் சாதாரணத் தாக்குதல்களால் முறிவதில்லை. பலத்த தாக்குதல்களால் முறிகின்றன. ஆகவே இடுப்பு வளைய முறிவுகளின் முக்கியத்துவம் அவ் வெலும்பு முறிவுகளைச் சரி செய்து கூட வைப்ப தைக் காட்டிலும், அம்முறிவுகளால் வயிற்றின் அடிப் பகுதியிலுள்ள முக்கியமான உள்ளுறுப்புக்களாகிய சிறுநீர்ப்பை (urinary bladder), சிறுநீர்க்குழாய் (urethra), குடல், கருப்பை (பெண்களுக்கு) பெரிய இரத்தக் குழாய்கள், நரம்புகள் ஆகியவற்றின் காயங் களால் ஏற்படும் சிக்கல்களேயாகும். பலத்த இடுப் பெலும்பு முறிவுக் காயங்களில் இறப்பு விகிதம் 10 இலிருந்து 50 விழுக்காடு வரை உயரலாம். காயத் தின் கடுமை, இரத்த இழப்பு, திறப்புக் காயங்கள், இவற்றுடன் தலை, மூளை, மார்பு, குடல் போன்ற உள்ளுறுப்புக் காயங்கள் போன்றவை இறப்பு விகி தத்தை நிர்ணயிக்கின்றன.

இடுப்பு வளையம் இரு பக்கங்களிலும் முன்புற மும் உள்ள 2 இடுப்பெலும்புகளாலும் (innominate bones), பின்புறத்தில் இடுப்படி மூட்டு முக்கோண எலும்பாலும் (sacrum) ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வளையத்தில் தகர்வு ஏற்படவேண்டுமானால் எதி ரெதிரான பகுதிகளில் எலும்பு முறிவோ, மூட்டு விலகலோ ஏற்பட வேண்டும். எனவே இடுப்பு வளை யத்தின் முன் பகுதியில் முறிவு ஏற்பட்டு விலகியிருந் தால் கட்டாயம் பின் பகுதியில் முறிவோ, மூட்டு விலகலோ ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். பெரும்பாலும் இடுப்பு வளையத்தின் முன்பகுதி முறிவு, இஸ்கியோ பியூபிக் இணைப்பு (ischio pubic ramus) அல்லது பியூபிஸ் எலும்பொருங்கிணைவு (pubic symphysis) ஆகிய இடங்களில் ஏற்பட்டு விலகியிருக்கும் பின் பகுதி முறிவு, பெரும்பாலும் முக்கோண இடுப்பு வளையமுறிவு செங்குத்துத் துண்டிப்பு. இலியம், பியூபிஸ், இசுகியம் ஆகிய மூன்று எலும்புகளிலும் முறிவு ஏற்பட்டு மேல்பக்கமாக விலகியுள்ளது.

எலும்பும் இலியம் எலும்பும் சேரும் மூட்டு



படம் 2. பியூபிஸ் எலும்பொருங்கிணைவு விலகல்

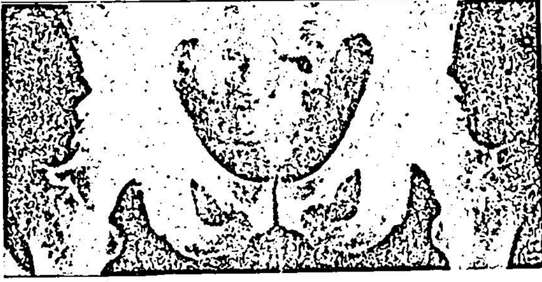
(sacro iliae joint) விலகல், அல்லது இலியம் அல்லது முக்கோண எலும்பில் ஏற்படும் எலும்பு முறிவு வில கல் ஆகியவை காரணமாக ஏற்படும்.

சிகிச்சை (treatment). இடுப்பெலும்பு முறிவுக ளில் நிலையான முறிவுகள் பெரும்பாலும் அறுவை சிகிச்சையில்லாமலே குணமாகிவிடும். சில நிலையற்ற முறிவுகள் (unstable fractures), இன்னும் பிரச்சனை களாகவே இருக்கின்றன. இடுப்பு வளையத் தகர்வு களை அதற்குக் காரணமான தாக்குதலின் திசையை வைத்து 3 பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

முன்பின் அமுக்கம் (antero posterior compression), பக்கவாட்ட அமுக்கம் (lateral compression), செங்குத்துத் துண்டிப்பு (vertical shear). முதல் இரண்டு பிரிவுகளில் இடுப்பு நிலையான உறுதியுடனோ அல்லது நிலையற்ற உறுதியில்லா மலோ இருக்கலாம். இதனால் மூன்றாம் பிரிவு முற்றி லும் நிலையற்று உறுதியில்லாமலே இருக்கும். இடுப்பு வளையத் தகர்வைச் சரி செய்யும் முறையைத் தீர் மானிக்கு முன், இடுப்பெலும்பு முறிவின் உறுதியைக் கணிப்பது மிகவும் முக்கியமாகும். அதைக் கணிக்க ஊடுகதிர்ப் படம் எடுப்பதுடன் computed tomography என்ற சிறப்புப் படங்களையும் எடுத்து முடிவு கட்ட வேண்டும். அவற்றின் மூலம் இடுப் பெலும்பு நிலையற்ற உறுதியில்லாமலிருந்தால் அவற்றை அறுவை சிகிச்சை, எலும்பு இழுவை (skeletal traction) ஆகிய முறைகளால் சரிசெய்ய வேண்டும். இல்லையேல் ஒரு கால் குட்டையாகி விடலாம். கடுமையான இடுப்பு வலி வரலாம். இடுப்பு வளைவினால் நொண்டி நடக்க நேரிடலாம். காலில் வலி ஏற்படலாம்; இப்படிப் பல சிக்கல்கள் ஏற்படலாம். ஆகவே தகுந்த மருத்துவ முறையைத் தேர்ந்தெடுக்கச் சரிசெய்வது அவசியமானதாகும்.

அதிவேகத் தாக்குதல்களினால் சில சமயங்களில் உள்ளுறுப்புக்கள் பாதிக்கப்பட்டுச்சில சிக்கல்கள் ஏற் படுவதுண்டு. அவற்றையும் கண்டறிந்து குணப் படுத்துவது மிக முக்கியம். சிறுநீர்ப்பைப் பிளவு (rupture of the bladder), சிறுநீர்க் குழாய்ப் பிளவு (rupture of the urethra), மலக்குடல் காயம் (injury to rectum) போன்றவை ஏற்பட்டால் கட்டாயம் அறுவை சிகிச்சை செய்து சரிசெய்வது மிக முக்கிய மானது.

இடுப்புக் கிண்ண முறிவு. தொடை எலும்பின் மேற்பகுதியிலுள்ள பந்து போன்ற தலைப்பகுதி (head of femur) இடுப்புக் கிண்ணத்தில் சுழல்கிறது. தொடை எலும்பின் தலைப்பகுதியில் பலத்த தாக்கு தல் ஏற்பட்டால் அதன் விளைவாக இடுப்பெலும் புக் கிண்ணம் முறியலாம். தாக்குதல் மிகப் பலமாக



படம் 3. இடுப்புக் கிண்ண முறிவு

இடுப்பு மூட்டு விலகல் இல்லை

இருந்தால் இடுப்புக் கிண்ணம் முறிவதோடு தொடை எலும்பின் தலைப் பகுதியே இடுப்பு வளையத்திற் குள் சென்றுவிடலாம். சில வேளைகளில் உள்ளுறுப்பு களையும் பாதித்து இறப்பும் ஏற்படலாம். ஆகவே இடுப்புக்கிண்ண முறிவுபற்றி அறிவது மிக அவசியம்.



படம் 4. இடுப்புக் கிண்ண முறிவு

இடுப்புமூட்டு விலகி தொடை எலும்பின் தலைப் பகுதி இடுப்பு வளையத்திற்குள் புகுந்துள்ளது.

இடுப்புக் கிண்ண முறிவுகளை 3 வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.அவை, 1. பளுவைத் தாங்காத கிண்ணப் பகுதி முறிவு, 2. பளுவைத் தாங்குகின்ற கிண்ணப் பகுதி முறிவு, 3 பளுவைத் தாங்குகின்ற கிண்ணப் பகுதி முறிந்து விலகியிருப்பதுடன் இடுப்பு மூட்டும் விலகியிருப்பது என்பனவாகும்.

இவற்றைக் கண்டறிய ஊடுகதிர்ப்படம், எடுப்ப துடன் (computed tomography) என்ற சிறப்புப் படமும் தேவைப்படும். இழுவை முறையில் முழங் காலுக்குக் கீழ் ஆணி பொருத்திப் பளு மூலம் நேராகவும், தொடை எலும்பின் மேல் பகுதியிலுள்ள பெரிய முண்டில் (greater trachanter) ஆணி பொருத் திப் பளு மூலம் பக்கவாட்டிலும் இழுத்து, விலகிய கிண்ணப் பகுதிகளை நேர் செய்யலாம்.

சில வேளைகளில் இது போன்ற இழுவை முறை யில் எலும்புப் பகுதிகளைச் சரி செய்ய முடியாவிட் டாலும், நோயாளி இளம் வயதினராக இருந்தாலும், அல்லது அந்தப் பக்கத் தொடை எலும்பும் சேர்ந்து முறிந்திருந்தாலும், அறுவை சிகிச்சை முறையின் மூலம் கிண்ணப் பகுதியைச் சரி செய்வது சாலச் சிறந்தது. இடுப்புக் கிண்ண முறிவுகள் ஒட்டிய பின்பும், மூட்டு முழுவதும் பொருத்தமுடையதாக (congruency of joint) இராது. புதிதாக வளர்ந் துள்ள முகிழ் எலும்பு (callus) சொர சொரப்பாக இருக்கும். ஆகவே தொடை எலும்பின் தலைப் பகுதியாகிய பந்துக் கிண்ணத்தில் சுழலும்போது குருத்தெலும்புகள் உராய்ந்து தேய்ந்து விரைவில் மூட் டுத் தேய்வு (osteo arthrosis) ஏற்படுவதுண்டு.

எம். சி. இராசமாணிக்கம்

நூலோதி

1. Last, R, J., Anatomy, Regional and applied, 6th Edition, The English Language Book Society & Churchill Livingstone, Edinburgh, Singapore, 1978.
2. Romanes, G. J,, Cunninghams Manual of Practical Anatomy, Volume II, 14th Edition, The English Language Book Society, Oxford, Press, oxford, 1977.

இடுபொருள்கள் (வேளாண்மை)

வேளாண்மையில் பயிர்விளைச்சலைப் பெருக்க உறுதுணைக் காரணிகள் தாம் இடுபொருள்கள். இடுபொருள்களைச் சிக்கனமாக ஈடுபடுத்தும் தொழில் நுணுக்கமும், பயிர் நிருவாகத் திறனும் பெற்றிருந் தால்தான். இவற்றின் முழுப் பலனையும் அடைய முடியும். நல்ல விதை, தக்க எரு, தேவைக்கேற்ற பயிர்ப்பாதுகாப்பு, மருந்துகள் களைக்கொல்லிகள் நீர் பாசன வசதி போன்றவை இடுபொருள்கள் ஆகும்.

நல்விதை. பருவத்திற்கேற்ற (season) வயது டைய ரகங்கள், பருவத்தில் தோன்றும் பூச்சிகள், நோய்கள், மழை, குளிர், காற்றுப்போன்று பிரச்சி னைகளை மனத்தில் இருத்தி இவற்றைத் தவிர்க்க வும் அல்லது தாங்கவும் தகுதி கொண்ட ரகங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். நன்கு முற்றிய, கலப்பு இல்லாத, மிகுந்த முளைப்புத்திறன் கொண்ட விதை களே நல்விதைகளாகும்.

எரு. தொடர்ந்து பயிர் செய்வதால், மண்ணில் சேமித்து வைத்திருந்த ஊட்டச்சத்துகள் குறைந்து வருவதை ஈடுசெய்ய, ஊட்டச்சத்துகள் அடங்கிய கழிவுப்பொருள்களையும் வேதி உரங்களையும் எரு வாக இடவேண்டும். இவை உயிர் விளைச்சலைப் பெருக்குவதற்கு முக்கிய இடுபொள்ருளாகும். இவற் றில் இயற்கை எருக்கள், வேதி உரங்கள், உயிர் உரங்கள் என மூவகை உண்டு. இயற்கை உரங்கள் என்பன அன்றாட வேளாண்மையில் கிடைக்கும் பண்ணைக் கழிவுப் பொருள்களும் (farm waste) பசுந்தாள் உரப் பயிர்களும், செடி, மரங்கள் இவற் றின் தழைகளும் அடங்கும். தொழு எரு, கூட்டு எரு, ஆட்டுக்கிடை எரு (sheep penning), பன்றி எரு என்பன விவசாயிகளால் பயன்படுத்தப்படும் இயற்கை எருக்களாகும். தக்கைப் பூண்டு, சணப்பு, சஸ்பேனியா போன்றவை பசுந்தாள் உரப்பயிர் களாகும். வேதி உரங்கள் முக்கியமாக மூன்று வகைப்படும். தழைச்சத்து (N), மணிச்சத்து (P), சாம்பல் சத்து (K), உரங்கள் என்பவையாகும். இவையாவும் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படும் வேதி உரங்கள். யூரியா (urea) அமோனியம் சல் பேட்டு (ammonium sulphate), அமோனியம் குளோ ரேட்டு (ammonium chlorate) போன்றவை தழைச் சத்து உரமாகும். சூப்பர் பாஸ்பேட்டு(super phosphate),ராக் பாஸ்பேட்டு (rock phosphate) என்ற உரங் கள் மணிச்சத்து உரங்கள். பொட்டாசிய உரங்கள் (murate of potash) சாம்பல் சத்து உரங்களாகும். அத்தோடு நுண்ணூட்டச்சத்தைத் தரும் துத்தநாக சல்பேட், கந்தக உரங்கள், செம்பு சல்பேட்டு போன்ற வையும் வேதி உரங்களைச் சார்ந்தவையே. இவற்றை அடியுரமாகவோ, மேல் உரமாகவோ வேளாண் வல்லுநர்களின் பரிந்துரைப்படி இடவேண்டும்.

உயிர் உரங்கள். மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிர் களின் (சில வகைப் பாசிகள், பாக்டீரியாக்கள் போன்றவை) உதவியால் காற்று மண்டலத்தில் அதிக அளவில் பரவி வளிம நிலையில் இருக்கும் தழைச்சத் தைப் பயிர்களுக்குக் கிடைக்கும்படிச் செய்யும் உரங் கள் தாம் உயிர் உரங்கள். நீலப் பச்சைப்பாசி (blue green algae), அசோலா (asolla), அசெட்டோபாக்டர் (asatobactor) அசோஸ்பைரில்லம் போன்றவை உயிர் உரங்களாகும். இவற்றை உரமாகப் பயன்படுத்துவ தால், வேதி உரங்கள் மூலம் அளிக்கப்படும் தழைச் சத்தின் அளவைக் குறைத்து, உரமிடுவதற்காகும் செலவைக் கணிசமாகக் குறைக்க முடியும்.

களைக் கொல்லிகள் : களைக் கொல்லிகளும் இடு பொருள்களில் ஒன்றாகும். களைகள் முளைக்கும் தறுவாயில் (முளைக்கும் முன்போ அல்லது பின்போ) (pre emergence, post emergence) அவற்றைச் சில வேதிப்பொருள்களால் கொன்றுவிட முடியும். இந்த வேதிப்பொருள்களைத்தான் களைக்கொல்லிகள் (herbicides) என்கிறோம். நெல், சோளம், கம்புபோன்ற தானியப் பயிர்களுக்கும், பருத்தி, பயறுவகைகள் போன்ற இருவிதை வகைப் பயிர்களுக்கும் வெவ் வேறு வகையான களைக்கொல்லிகளை உபயோகிக்க வேண்டும்.

பயிர்ப் பாதுகாப்பு மருந்துகள். பயிர்களில் தோன் றும் நோய்களையும் பூச்சிகளையும் கட்டுப்படுத்த உபயோகிக்கப்படும் மருந்துகள் இடுபொருளில் ஒன் றாகும். செரசான் (cerasan), அக்ரசான் (agrosan), கேப்டான் (capton) போன்றவை விதைகளால் பரவும் பூசண நோய்களைத் தடுக்கும் மருந்துகளாகும். பயிரில் விழும் பூசண நோய்களுக்குப் பெவிஸ்ட்டின் (bevistin) ஹநோசான் (henosan), டைதேன் (dithane), செம்பு ஆக்சைடு (copper oxide), செப்பு ஆக்சி குளோரைடு (copper oxichloride), கந்தகம் (sulphur) போன்ற மருந்துகளை இடுகிறார்கள். அக்ரிமைசின் (agrimycin) போன்ற பாக்டீரியா கொல்லிகளும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவையே. பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளும் பல உண்டு. சில மருந் துகள் பூச்சியின் மேல்பட்டாலே அவற்றைக் கொல் லும் (contact insecticide) திறன் கொண்ட நஞ்சு களாகும். சில குடல் நச்சுத்தன்மை (stomach poison) உடையவை. இதை உட்கொள்ளும் பூச்சிகளும், பயி ரின் சாற்றை உறிஞ்சி வாழும் பூச்சிகளும் சாகடிக் கப்படுகின்றன. டி. டி. டி, பி. எச். சி, கார்பரில் (carberyl), டைகுளோரோபாஸ் (dicglorophos), பாரத்தியான் (parathian), ஃபென்தியான் (fenthion), மாலதியான் (malathion), பாஸ்போமிடான் (phospinomedon), எண்டோசல்பான் (endosulphon) மானோ குரோடோபாஸ் (monocrotophos), போ ரேட்டு (borate) போன்றவை பூச்சிக்கொல்லி மருந்து களாகும்.

நீர்ப்பாசனம். வேளாண்மைக்கு மிக இன்றியமை யாத நீர்ப்பாசனமும், இடுபொருளாகக் கருதப்படு கிறது. நீர்த் தட்டுப்பாடான நிலையில் சிக்கனமான நீர்ப்பாசன முறைகளைக் கடைப்பிடித்து, நீர் மேலாண்மை அடிப்படையில் பயிர்செய்து உயர் விளைச்சல் பெறுவதே சிறந்த முறையாகும்.

வி. சிவசுப்ரமணியம்

இடைஉயிர் ஊழி

நிலஇயல் கால அட்டவணையில் 65 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குமுன் தொடங்கி 225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் வரையுள்ள 160 மில்லியன் ஆண்டுகளை இடைஉயிர் ஊழி (mesozoic era) எனக் குறிப்பிடுவர். தொல்லுயிர்ஊழிக் (palaeozoic era) காலத்தில் வாழ்ந்த பரிணாம முதிர்ச்சியுறா விலங்குகளுக்கும், புத்துயிர் ஊழிக் (cenozoic era) காலத்தில் வாழ்ந்த படிமலர்ச்சி முதிர்ச்சியுற்ற விலங்குகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையிலுள்ள விலங்குகள் இந் நிலஇயல் காலத்தில் வாழ்ந்தனவாகக் கருதப் பட்டதால் இக் காலத்திற்கு இடைஉயிர் ஊழி எனப் பெயரிடப்பட்டது. இக்காலத்தில் நிலம், நீர், வானம் ஆகிய மூன்று வாழிடங்களிலும் வாழ்ந்த விலங்கு வகைகளில் ஊர்வன விலங்குகளே அதிகமாக இருந்த காரணத்தால், இக்காலம் ஊர்வனவற்றின் காலம் (age of reptiles) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது டிரையாசிக் (triassic), ஜுராசிக் (jurassic), கிரட்டேசியக் காலம் (cretaceous) என்று மூன்று காலங்களாகப் (periods) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

டிவோனியக் காலத்தில் (devonian period) ஒன்றாக இணைந்து உண்டாகிய நிலப்பகுதியாகிய பெங்கேயா கண்டம் (pangaea continent) 200 மில்லியன் ஆண்டுகள் சென்றபின் ஜுராசிக் காலத்தில் இரண்டு தனித்தனிக் கண்டங்களாகப் பிரிந்தது. ஒன்று வடபால் அமைந்த லாரேசியா (laurasia), மற்றது தென்பால் நின்ற கோண்டவானாலாந்து (gondevanaland) ஆகும். இடை உயிர் ஊழி முடியும் காலத்தில் பல மலைகள் தோன்றத் தொடங்கின மலை தோன்றுதல் காரணமாக நிலப்பரப்பில் பல புவிப்பரவல் தடைகள் (geographical barriers) ஏற்பட்டன. கரிப்படிவுக் (carboniferous) காலத்தில் ஈரத் தன்மை மிகுந்த மிதவெப்பக் காலநிலை காணப் பட்டது. இடைஉயிர் ஊழியின் தொடக்கத்தில் உலர்ந்த காற்றுடைய நிலை காணப்பட்டதால் பல தாவரங்களும், முதுகெலும்பற்றவைகளும், சில மீன் வகைகளும், இருவாழ்வி வகைகள் சிலவும் அப்போது அற்றுப்போயின. ஆனால் ஜுராசிக் காலத்தில் காற்றின் ஈரப்பதம் மீண்டும் அதிகமாயிற்று. அனைத்து வாழிடங்களிலும் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் ஊர்வனவற்றிற்கு ஏற்பட்டமையால் அவை சிறப்புற வாழ்ந்தன. பூக்கும் தாவரங்களும் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுத்தக்கூடிய அறுகால்பூச்சி வகைகளும் ஏற்ற தகவமைப்புகள் பெற்றுப் பேரெண்ணிக்கையில் வாழ்ந்தன. கிரட்டேசியக் காலத்தில், இரு பெரும் கண்டங்களும் மீண்டும் பிளவுற்று இன்று காணப்படும் கண்டங்கள் அனைத்தும் தோன்றிவிட்டன. மலைகள் தோன்றியதன் காரணமாகவும் கண்டங்கள் பிரிந்ததன் காரணமாகவும் அக்காலத்தில் விலங்குகளின் இனத்தொகுதிகள் ஆங்காங்கே பலபகுதிகளில் தனித்து வாழவேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது (அட்டவணை).

ஊழி	காலம்	கால இடைவெளி	தொடங்கிய காலம்
		(மில்லியன் ஆண்டுகளில்)	
இடை	கிரட்டேசியக் காலம்	70	135
உயிர் ஊழி	ஜுராசிக் காலம்	60	195
	டிரையாசிக் காலம்	30	225

டிரையாசிக் காலம். 195 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்தொடங்கி 225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் வரை நீடித்த 30 மில்லியன் ஆண்டுகளை உள்ளடக்கிய காலத்திற்கு டிரையாசிக் காலம் என்று பெயர். இதன், தொடக்கத்தில் அப்பளாச்சிய மலைக் கொடுமுடிகள் (appalachian peaks) அரிமானச் சிதைவுக்கு உள்ளாகிக் குறையத் தொடங்கின. இம்மலைப் பாறைகளில் ஜிப்சமும் பிற உப்புகளும் காணப்படுவதால் அக்காலத்திய காலநிலை, வறட்சிக்கு உட்பட்டிருந்தது எனவும், குறைவெப்பமுடைய வறண்ட காற்று நெடுங்காலம் வீசியது எனவும் ஊகிக்க முடிகிறது. புதைபடிவங்கள் உண்டாவதற்கு ஏற்ற சூழ்நிலை இல்லாத காரணத்தால் அக்காலத்திய விலங்குகளின் புதைபடிவங்கள் அரிதாகவே கிடைக்கின்றன.

டிரையாசிக் காலத்தில் பவளவுயிரிகள் (corals) பெரும்பவளப்பாறைகளைத் தோற்றுவித்தன. கைக்காலிகள் (brachiopods) குறைவான எண்ணிக்கையிலும், மெல்லுடலிகள் (molluscs) அதிக எண்ணிக்கையிலும் கடலில் வாழ்ந்தன. மீன்களும், இருவாழ்விகளும் ஊர்வனவற்றுடன் ஒப்பிடுகையில் குறைவாகவே காணப்பட்டன. ஃபைட்டோசார்கள் (phytosaurs) எனப்படும் நீர்வாழ் (aquatic) பெரும்பல்லிகள் (dinosaurs) இக் காலத்தில் வாழ்ந்த குறிப்பிடத்தக்க விலங்கு வகையாகும். இக்தியோசார்கள் (ichthyosaurs), பிளிசியோசார்கள் (plesiosaurs) போன்ற பெரும்பல்லிகள் கடலில் வாழ்ந்தன. இந்த இரு வகைப் பெரும்பல்லிகளும் நில ஊர்வனவற்றிலிருந்து படிமலர்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன. சிறு உருவுள்ள பெரும்பல்லிகள் இக்காலத்தில்தான் தோன்றத் தொடங்கின. ஆனால் குறைந்த அளவிலேயே காணப்பட்டன. இந்தக் காலத்தில் பாலூட்டிகள் வாழ்ந்தனவா என்பது பற்றி எதுவும் அறுதியிட்டுக் கூற முடியவில்லை.

ஜுராசிக்காலம். பிரான்சு நாட்டிற்கும் சுவிட்சர்லாந்து நாட்டிற்கும் இடையேயுள்ள ஜுரா மலையின் பெயரால் இக்காலம் பெயரிடப்பட்டுள்ளது. இது 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தொடங்கி 195 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் வரை நீடித்த 60 மில்லியன் ஆண்டுக் கால

இடைவெளியைக் கொண்ட காலம் ஆகும். இக் காலத்து விலங்குகளில் பெரும்பாலானவை, டிரை யாசிக் கால விலங்குகளின் படிமலர்ச்சித் தொடர்ச்சி காரணமாகத் தோன்றியவையேயாகும். பவளவுயிரி கள் பரவலாகவும் அதிகமாகவும் இன்றுள்ளவற்றைப் போன்றும் இருந்தன. மெல்லுடலி வகைகளில், வயிற் றுக்காலிகளும் (gastropods) கலப்பைக்காலிகளும் (pelecypods) அதிக எண்ணிக்கையில் இருந்தன. நண்டுகள் கூனிறால்கள் (lobsters), அறுகால்பூச்சி கள் (insects) போன்ற கணுக்காலிகளும்; மகுட முள் தோலிகள் (crinoids), கடற்பிரட்டைகள் (sea urchins) போன்ற முள்தோலிகளும் (echinoderms) சிறப் பாக வாழ்ந்தன என்பதற்கான சான்றுகள் உள்ளன.

பலவகைப்பட்ட உருவங்களுடன் உடற்பருமனும் கொண்ட ஊர்வன இக்காலத்தில் வாழ்ந்தன. பிரான்ட்டோசாரஸ் (brontosaurus), டிப்ளோடோக் கஸ்(diplodocus) ஆகியவை அன்றைய குறிப்பிடத் தக்க பெரும்பல்லிகளாகும்.இவற்றுள் சில 28 முதல் 29 மீ.உயரமும்,40டன் உடல்எடையும் கொண்டிருந்தன. ஸ்டீகோசாரசின்(stegosaurus) நடுமுதுகில் இரண்டு நீளவாட்ட வரிசைகளாக அமைந்த முக்கோண எலும்புத் தகடுகள் காணப்பட்டன. கூரிய முட்க ளுடைய நீண்ட வாலும் அவ்விலங்கிற்குத் தற்காப்பு உறுப்பாக அமைந்திருந்தது. இது பத்து டன் உடல் எடை உடையதாக இருந்தாலும் இதன் மூளை ஒரு கொட்டைப் பாக்கு அளவே இருந்ததாகத் தெரிகிறது. இந்த மூன்று வகை ஊர்வனவும் தாவர உண்ணிகள், அல்லோசாரஸ் (allosaurus) என்பது அக்காலத்துப் புலாலுண்ணிப் பெரும்பல்லியாகும். இது இரண்டு பெரிய, பருத்த பின் கால்களால் நடந்தது. முன் கால்கள் சிறியனவாகவும், இரையைப் பிடித்துக் கிழித்து உண்பதற்கேற்ற கூர்நகங்களுடனும் இருந் தன. டீரோசார்கள் (pterosaurs) எனப்படும் பெரும் பல்லிகளின் சிறகு அகலம் (wing spread) 8 மீ ஆகும்.

பறவைகளின் படிமலர்ச்சித்தொடக்கம் ஜுராசிக் காலத்தில்தான் நடைபெற்றது. பவேரியா நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் (archaeopteryx) என்னும் புதைபடிவம் (fossil) பறவைகளின் தொடக்கப் படிமலர்ச்சி நிலையைக் காட்டுகிறது. இப் பறவைப் புதைபடிவத்தில் அலகுகளின் விளிம்பில் பற்கள், முள்ளெலும்புகளுள்ள வால், கூர்நகங்க ளுடைய முன்கால் (சிறகு) விரல்கள் போன்ற ஊர் வனவற்றின் பண்புகளைக் காணமுடிகிறது. சில புதைபடிவப் பற்கள், தாடை எலும்பு ஆகியவற்றி லிருந்து அன்றைய பாலூட்டிகளைப் பற்றி ஓரளவு தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. பாலூட்டிகள் சிறியன வாகவும் உயிரியல் சிறப்பின்றியும் இருந்தன.

கிரட்டேசியக் காலம். 65 மில்லியன் ஆண்டு களுக்கு முன் தொடங்கி 135 மில்லியன் ஆண்டு களுக்கு முன் வரை நீடித்த 70 மில்லியன் ஆண்டுகள் கொண்ட காலம் கிரட்டேசியஸ் காலம் (சுண்ணக் காலம்) எனப்படுகிறது. இந்தக் காலத்தில், ஜுரா சிக் காலத்தைவிடக் குறைவான வெப்பமும் அதிக ஈரத் தன்மையும் உடைய காலநிலை இருந்திருக்கக் கூடும். மலைகள் தோன்றுதல் (orogenesis) இக்காலத் தின் பிற்பகுதியில் நடைபெற்ற குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சியாகும். அதன் காரணமாக எரிமலைகள் பலவும் தோன்றியிருக்க வேண்டும். துளையுடலி முன்னுயிரிகள் (foraminiferan protozoans) கடலில் மிக அதிகமாக வாழ்ந்தன. கைக்காலிகளும் பெருமள வில் இருந்தன. அம்மொனைட்டுகள் (ammonites), கிரைஃபாயியா (gryphaea) போன்ற பெரும் புரிசங்கு ஓடுடைய (spirally coiled shell) தலைக்காலிகள் செழிப்புடன் வாழ்ந்தன. முள்தோலிகளுள் கூம்புக் கடற்பிரட்டைகள் (heart urchius) அதிகமாக இருந் தன. அன்றைய மீன்கள் இன்றைய மீன்களைப் போலவே இருந்தன எனத்தெரிகிறது.26மீட்டர் நீள மும்6 மீட்டர் உயரமும் உடைய **டிரனோசாரஸ் ரெக்ஸ்** ***(Tyranosaurus rex)*** என்னும் புலாலுண்ணிப் பெரும் பல்லியும், டிராக்கோடான் (trachodon), ஸ்டீ கோசாரஸ் (stegosaurus), டிரை செரட்டாப்ஸ் (triceratops)போன்ற தாவரவுண்ணிப் பெரும்பல்லிகளும் குறிப்பிடத்தக்க ஊர்வன வகைகளாகும். இக்தியோ சார்கள், பிளிசியோசார்கள்போன்ற பெரும்பல்லிகள் கடலில் வாழ்ந்தன. ஆர்க்கெலான்(archalon)என்னும் பெரும் கடலாமையும் பறக்கும் ஊர்வனவும் அக் காலத்தில் வாழ்ந்த மற்றும் சில விலங்கு வகைகளா கும். இக்காலத்திய பெரும்பல்லிகள் யாவும் இடை உயிர்ஊழி முடிவதற்குள் அற்றுப்போய்விட்டன.பற வைகள் தனிச்சிறப்புற்று எண்ணிக்கையில் பெருகின. ஆனால் பாலூட்டிகள் சிறியனவாகவும் படிமலர்ச்சி முதிரா நிலையிலும் காணப்பட்டன. பெரும் பல்லிகள் பெருமளவில் வாழ்ந்ததால் பாலூட்டி களால் சிறப்பாக வாழமுடியவில்லை. அவை அழிந்த பின்னர்தான் பாலூட்டிகள் ஊழி தொடங்கியது. காண்க, ஊர்வனவற்றின் பொற்காலம்.

சு. தங்கவேலு

நூலோதி

1. Mcfarland, W.N., Harvey, Pough, F., Cade, T., Heiser, J.B., Vertebrate Life, Collier Macmillan Publishers, London, 1979.
2. Tyagi, A.P., An Introduction to Palaeontology, S. Chand & Co. Ltd., New Delhi, 1976.

இடைச்சிறுகுடல்

குழல் வடிவமான சிறுகுடல் 23 அடி நீளம் இருக்கும் இது மூன்று பகுதிகளாக முன்சிறுகுடல் (duodenum) இடைச்சிறுகுடல் (jejunum), கடைச்சிறுகுடல் (ileum) என்று பிரிக்கப்படுகின்றது. இதில் இடை,

கடைச்சிறுகுடல் வயிற்றுக் குழியின் நடு மற்றும் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ளன. பின்புற வயிற்றுச் சுவரில் இருந்து குடல் தாங்கி (mesentary) மூலமாகப் பொருத்தப்பட்ட குடலானது, வளையங்களாகத் தொங்கிய நிலையில் காட்சி அளிக்கின்றது. இடைச் சிறுகுடலையும், கடைச்சிறு குடலையும் பிரிக்க இடையில் திட்டவட்டமான எல்லைகள் எதுவும் இல்லை. சிறு குடலின் மேற்புறம் 2/5 பகுதியை இடைச்சிறுகுடல் என்றும் கீழ்ப்புறம் 3/5 பாகத்தைக் கடைச்சிறுகுடல் என்றும் கூறுவர். இச்சிறுகுடல் முழுமையும் பெரிட்டோனியத்தால் (peritoniam) சூழப்பட்டுள்ளது. சிறுகுடல் அறுவையின் பொழுது 2/5 பங்கு வரை அகற்றும் பொழுது உடல் இயக் கத்தில் பெரும்பாலும் மாறுபாடுகள் நிகழா. குடல் நெருக்கம் (herniation), குடல் தாங்கி இரத்தக் குழல் களில் ஏற்படும் உள்ளெறிகையின் (embolism) பொழுது அழுகல் (gangrene) ஏற்படுவதால் பெரும் பாலான குடலை அகற்ற வேண்டியுள்ளது. இதனால் சிலருக்கு வயிற்றுப் போக்கும், வளர்சிதை மாற்றத் தில் மாறுபாடுகளும் ஏற்படுகின்றன.

இடைச்சிறுகுடல் தொடங்கும் இடத்தில் இருந்து சுமார் 6 . அடி தள்ளிய நிலையில் குடல் தாங்கி நீளமாக இருப்பதால், குடலானது இடுப்புக் குழிக்குள் காணப்படுகிறது. இடுப்புக் குழியில் அழற்சி ஏற்படும் பொழுது இச்சிறுகுடலும் தாக்கப் படுகிறது.

அறுவை சிசிச்சை மருத்துவர், அறுவையின் பொழுது வயிற்றைத்திறந்த உடன் இடைச்சிறு குடலை அடையாளம் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய நேரத்தில் உதவுவது இரத்தக் குழாய்களே. இது $1\frac{1}{2}$ அங்குல நீளவாக்கில் சென்று சிறுகுடலை ஓரிரு வளைவுகளுடன் இரத்தக் குழாய்களை அடைவது இதற்கான தனித் தன்மையாகும். ஆனால் கடைச்சிறு குடலில் மூன்று நான்கு இரத்தக்குழாய் வளைவு களுடன் $\frac{1}{2}$ அங்குல நீளம் மட்டுமே இரத்தக் குழாய் கள் இணைந்து சென்று கடைச்சிறுகுடலை அடையும்.

இடைச்சிறுகுடலின் உறைகளாகச் சளிப்படலம் (mucous), அடிச்சளிப்படலம் (submuc--' , தசைப்பட லம் (muscular), பெரிட்டோனியம் என்று நான்கு பட லங்கள் உள்ளன. சளிப்படலத்தில் ஏராளமான சுரப்பி கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் சுரக்கும் குடல் நொதி நீர் (enzyme) செரிமானத்தில் பங்கு கொள்கி றது. சிறுகுடலின் சளிப்படல அமைப்பின் தனித் தன்மை என்னவெனில் வில்லை (villi) எனப்படும் குடலுறிஞ்சுகள் இருப்பதே ஆகும். குடலுறிஞ்சிகளின் அடித்தளத்திடையே சுரப்பிகளின் முகப்புக்கள் உள்ளன.

சளிப்படல உறையிலுள்ள துருத்திகளே குடலு றிஞ்சிகள் எனப்படுகின்றன. ஒரு குடலுறிஞ்சி 1 மி.மீ. நீளம் இருக்கும். குடல் துவாரத்தில் குடலுறிஞ்சிகள் தூண் போன்ற எபிதிலியத்தால் மூடப்பட்டுள்ளன. எபிதிலியத்தின் அடியில் உள்ள வலைப்பின்னல் போன்ற இணைப்புத் திசுவில் நரம்புகளும், இரத்த நாளங்களும் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு குடலு றிஞ்சியின் மத்தியிலும், ஒரு மூடப்பட்ட நிணநீர் நாளம் காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு குடலுறிஞ்சி யிலும் காணப்படும், சிறிய தமனி பல தந்துகிகளா கப் பிரிகின்றது. தந்துகிகள் மீண்டும் ஒன்று சேர்ந்து சிரையாக மாறிக் குடலுறிஞ்சியை விட்டுச் செல் கின்றன. மொத்தத்தில் சிறுகுடலில் நான்கு மில்லி யன் குடலுறிஞ்சிகள் காணப்படுகின்றன குடலு றிஞ்சிகள் வழியாகச் சத்துப் பொருள்கள் இரத்தத்தி னுள்ளும், நிணநீரினுள்ளும் செல்கின்றன.

சளிப்படல அடி உறையில் சிறுகுடல் முழுதும் நிணமுடிச்சுக்கள் காணப்படுகின்றன. கடைச்சிறு குடலின் கடைசிப் பகுதியில் உள்ள அவை பேயர்த் திட்டுகள் (Payer's patches) என அழைக்கப்படுகின் றன. நிண முடிச்சுகளுக்குப் பாதுகாப்புப் பணி உண்டு. சில நோய்களில் அவை மாற்றமடைகின் றன. எடுத்துக்காட்டாக, டைபாய்டு நோயைக் கூறலாம்.

சிறுகுடலின் தசை உறையில் இரண்டு மடிப்புக் கள் உள்ளன. ஒன்று நீள வடிவமாகவும் மற் றொன்று வட்ட வடிவமாகவும் அமைந்திருக்கின் றன. வட்டத் தசை இழைகளின் சுருக்கத்தால் சிறு குடலில் அலை போன்ற அசைவுகள் இரப்பையி லிருந்து பெருங்குடல் வரை எழுகின்றன. முன்பின் இயக்க அசைவுகளும் காணப்படுகின்றன. அப்போது தசை உறையின் நீளமான மற்றும் வட்டமான மடிப் புக்கள் சுருங்கவும், விரியவும் செய்கின்றன.

குடல் அசைவுகள் அனைத்தும் நரம்பு உந்தல களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. வேகஸ் நரம்பு தூண்டல் விளைவையும், பிரிவு நரம்பு அடங்கல் விளைவையும் உண்டாக்குகின்றன. குடல்சுவர்களின் இயக்கமுறைத்தூண்டல் குடல் அசைவுகளை விரை வுப்படுத்துகின்றது. ஆகவே, கரடு முரடான உணவு குடல் இயக்க அசைவுகளை விரைவுப்படுத்துகின்றது.

சு. நரேந்திரன்

நூலோதி

1. James Couper., Cunningham's Manual of Practical Anatomy, Vol. II., Oxford University Press, London, 1984.

பொருள் சுட்டு

தொகுதி மூன்று

இ

கலைச் சொற்கள்

மூன்றாம் தொகுதி

(தமிழ்-ஆங்கிலம்)

அகச்சிவப்புக் கதிர் - infrared ray
அகப்படை - endoderm
அகப்பிளாசம் - endoplasm
அகப்புள்ளி - interior point
அகலாங்கு - latitude
அச்சுச் சூல் அமைப்பு - axile placentation
அச்சுத்தண்டு - shaft
அச்சுத்தண்டு உலை - shaft furnace
அச்சு முறையில் ஒட்டுதல் - axile placentation
அச்சு விகிதம் - axial ratio
அசும்பு பாறை - calcareous doze
அடர்த்திப் புள்ளி, எல்லைப்புள்ளி - limit point
அடர்த்தியளவி - hydrometer
அடிஇணை வடிவமுகம் - basal pinacoid
அடிக்கோள் - axiom
அடிச்சளிப்படலம் - submucus
அடிச்சாம்பல் நோய் - downy mildew
அடித்தளம் - substratum
அடித்தளமொட்டிய அல்லது சுவரொட்டிய அமைப்பு - basal or perietal placentation
அடிப்படைப் பட்டகம் - unit prism
அடிமட்ட நிலை - ground state
அடிமரம் - coppice
அடுக்கியற் படிவு அடைப்பு - stratigraphic entrapment
அடுக்குப் பொறி - exponential
அடைகரைகள் - embankment
அடையறி பகுப்பாய்வு - gravimetic analysis
அடைபடா - unsaturated
அணு எண் - atomic number
அணுக்கட்டமைப்பு - atomic structure
அணுக்கரு - nucleus
அணுக்கரு உலை - nuclear reactor
அணுக்கருப் பிணைப்பு - nuclear fusion
அணுகு கோட்டுத்தொடர் - asymptotic series
அணுநிறமாலை - atomic spectra
அணைவு அயனி - complex ion
அணைவுச்சேர்ம வேதியியல் - coordination chemistry
அதி அயல் எரிபொருள் - super exotic fuel
அதி இயல் எண் - transcendental number
அதிர்கலை ஊது இசைக்கருவி - reed blown instrument
அதிர்ச்சி - shock
அதிர்நிறமாற்றப் பண்பு, பலதிசை - pleochroism
அதிர்வு மின்மாற்றி - vibro transmitter
அதிர்வெண், அலைவெண் - frequency
அதிர்வேக ஒவ்வாமை - anaphylaxis
அபிரகம் - mica
அம்மை நோய் - meascles
அமில நீரிலி - acid anhydride
அமிழ்தல் அழுத்தம் - pressure of submergence
அமுக்கி - compressor
அமைதியூட்டி - sedatire
அமைப்பு மாற்று - mapping
அமைப்பு வெளி - configuration space
அமைவு, தகவமைவு - adaptation
அயர்ச்சி - fatigue
அயல் அடக்கப் பாறை - xenolith
அயனிக் கலம் - ionisation chamber
அரங்கம் - domain
அரண் படம் - barrier diagram
அரித்தல் - erosion
அரிய வளிமம் - rare gas
அருவப் (நுண்) பொதுமையாக்கல் - abstract generalization
அருவி - waterfalls
அரை ஆயுள் காலம் - half life period
அரை உருளை - hemi cyclinder
அரைக்கச்சை - belt
அரைக்கால் பகுதி - octant
அரைக்கோளக்குவிமட்டம் - hemispherical dome
அரைக்கோள ஒத்ததிர்வு - hemispherical resonator
அரைப்பட்டகம் - hemihedral
அரைமை - grindability
அல்க்கைல் நீக்கம் - dealkylation
அல்க்கைலேற்றம் - alkylation
அல்லி இதழ்களற்ற - apetalous
அல்லி இணைந்த - gamopetalous
அல்லி இணையா - polypetalous

அல்லி வட்ட குழல் - corollary tube
அலகிடு - scan
அலகிகள் - barnacles
அலை ஆற்றல் - tidal energy
அலை இயக்கம் - undulating motion
அலைச்செலுத்தி - transmitter
அலைமெலிதல், மட்டுப்படுத்தல் - attenuation
அலைவழிப்படுத்தி - wave guide
அலை வாங்கி - receiver
அலைவு - oscillation
அழகியல் - aesthetic
அழகுத் தாவரம் - ornamental plant
அழிவு வேலை ஓடை - degraded stream
அழுக்கு நீக்கி - detergent
அழுகல் - gangrene
அழுகல் நோய் - root rot
அழுத்த மலைத்தொடர் - pressure ridge
அழுந்துருள் - piston, plunger
அழுந்துருள் பொறி - piston engine
அளக்கையாளர் - surveyor
அளபுரு - parameter
அளவன் - scalar
அளவாய்வுக் கலம் - survey vessel
அளவை வெளி - metric space
அறுகால் பூச்சி - insect
அறுகோணப் படிகத் தொகுதி - hexagonal crystal system
அனற்பாறை - igneous rock
ஆக்கவேலை ஆறுகள் - agraded streams
ஆக்டேன் எண் - octane number
ஆக்டேன் வரையளவு - octane rating
ஆக்சிஜனேற்ற தடுக்கும் பொருள் - antioxidants
ஆக்சிஜனேற்றம் - oxidation
ஆட்டுக்கிடை எரு - sheep penning
ஆண்தன்மை இடுப்புக்குழி எலும்பு - android pubis
ஆண் தன்மை - android
ஆதார நாடி - aorta
ஆப்பு - wedge
ஆப்பெலும்பு - sphenoid bone
ஆம்பியர் மணி அளவி - ampere hour meter
ஆய்வுக்கலம் - research vessel
ஆய்வுமுறையான - empherical
ஆயங்கள் - coordinates
ஆரகம், ஆரையன் - radian
ஆரச் சீர்மை - actomorphic
ஆரச் செம்பாளப் பாறை - radial dyke
ஆரத் திசையன் - radius vector
ஆரத்தின் தமனி - ulnar artery
ஆரப்பாதை - radial path
ஆரப்போக்கு விசை - radial force
ஆரம் - neclace
ஆராய்ச்சி முறை - methodology
ஆரைத் தமனி - radial artery
ஆரைத்துடுப்பு மீன் - ray-finned fish
ஆரை நரம்பு - radial nerve
ஆரை மணிக்கட்டு நீள் தசை - extensor carp radial longus
ஆரையின் அளவு - radian measure
ஆல்கஹாலாற் பகுப்பு - alcoholysis
ஆல்டோஸ்டீரோன் மிகை - hyperaldosteronism
ஆல்ஃபாச் சிதறல் - alpha scattering
ஆலாக்கள் - terns
ஆவி அடர்த்தி - vapour density
ஆவி அடைப்பு - vapour lock
ஆவி கடத்தல் - evapotranspiration
ஆவி சுழற்சி - vapour cycle
ஆவி நிலை - vapour phase
ஆவிமணத் தைலம் - essential oil
ஆவியாக்கக் கலன் - evaporator
ஆவியாதல் - evaporation
ஆவி விளக்கு - vapour lamp
ஆழ்கடல் துளைப்பு - deep sea drilling
ஆழ்கடல் பகுதி - abyssal zone
ஆழ்கடல் படுகைப் பகுதி - archibenthic zone
ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவான் - bathythermography
ஆழ்கூள முறை - deep litter system
ஆழ் துளையிடும் கலம் - drilling vessel
ஆழ்நிலச் சரிவு - geosyncline
ஆழ்நிலை இழைமம் - deep fastia
ஆழ்பள்ளத்தாக்குகள் - canyons
ஆள்காட்டிக் குருவி - lap wing
ஆழங்காட்டு கருவி - echo sounder
ஆள்வள்ளி - tapioca
ஆளி - oyster
ஆளிகை - governor
ஆளில்லா வானூர்தி - drone
ஆற்றல் அளவி - energymeter
ஆற்றல் மட்டம் - energy level
ஆற்று அமைப்பு - stream pattern
ஆற்றுப்படுகை இயல் - potomology
ஆற்றுவளைவு - meander
ஆற்றோரப் படிவு - channel deposit
ஆறிடுக்கி - lexadeurate
ஆறு கவர்தல் - river piracy
இசிவு நோய் - hysteria
இசைக்கவை - tuning fork
இசைப்பி - tuner
இசைப்பு - tuning
இசைவற்ற அலைவு - anharmonic oscillation

இசைவற்ற உதறல் - fibrillation
இசைவு அளவியற்றி (ஊசலி) - harmonic oscillator
இட உயரமானி - hypsomater
இடஞ்சுழி - counter clockwise
இடத்தியல் உருமாற்றக் குலம் - topological transformation group
இடத்தியல் கட்டமைப்புக் கோட்பாடு - theory of topological structure
இடத்தியல் - topology
இடத்தியல் குலம் - topological group
இடத்தியல் பண்பு - topological property
இடத்தியல் மடிப்புவெளி - topological manifold
இடத்தியல் மாற்றமிலி - topological invariant
இடத்தியல்பு - topography
இடத்தியல் வெளி - topological space
இடத்து விளக்கவியல் - topography
இடப்பகுப்பாய்வு - analysis sirus
இடப்பெயர்ச்சி - displacement, locomotion
இடப்பெயர்ச்சி எக்கி - displacement pump
இடப விண்குழு - taurus constellation
இடம் பெயர்ந்த எலும்புப்புற்று - metastatic tumors of the bone
இடமகல் கருப்பையகப்படலம் - endometriosis
இடமாறு தோற்றப்பிழை - parallax
இடமாறு தோற்றம் – parallax
இடருயிர்கள் - fouling organisms
இட வலம்புரி நடுநிலைக்கலவை - racemic modification racemisation
இடவிளைவு - position effect
இடிதாங்கி - lightning arrester
இடியோசை - thunder
இடுக்கி இணை அல்லாத அணைவிகள் - monodenrate ligands
இடுக்கி இணைப்புத்திறன் - chelating ability
இடுப்பு எலும்பு - osteomalcia
இடுப்புக்குழி - pelvis
இடுப்புக்குழிக் குறைபாடு - pelvic deformiy
இடுப்புக்குழி மென்படலம் - pelvic fascia
இடுப்புக்குழி வலை - pelvic peritoneum
இடுப்புக்குழி விதானம் - pelvic diaphragm
இடுப்புக்குழி விளிம்பு - pelvic brim
இடுப்புப்பகுதி நிணநீர்க்கட்டிகள் - pubic lymphonodes
இடுப்பு முன்எலும்பின் உச்சி - pubic crest
இடுப்பு முன் எலும்பின் கீழ்க்கோணம் - subpubic angle
இடுப்பு முன் எலும்பு - pubis
இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பு - symphysis pubis
இடுப்பு முன் எலும்பு வளையம் - pubis ring
இடுப்பு வளையம் - pelvic girdle
இடுப்பு வலி - lumbago
இடுப்பு வாதம் - lumbago
இடுப்பு விதானம் - mesomelrium
இடுப்பெலும்பின் உச்சி - iliac crest
இடுப்பெலும்பின் மேல்முள்முனை - antero superior iliac spine
இடுப்பெலும்பு - innominate bone
இடைஉயிர் ஊழி - mesozoic era
இடைக்கணுக்கள் - internodes
இடைச்சிறுகுடல் - jejunum
இடைநிலைத் தள அமைப்பு - planar structure
இடைப்பகுதி - mesocarp
இடைமார்புப்பகுதி - mesothorax
இடைமாற்றீட்டு செயற்கைக்கோள் - relay satellite
இடையகம் - medium
இடையீட்டுப் பாய்வு - distance flow
இணைத்த கணம் - connected set
இணைத்துகள் அழிவு - pair annihilation
இணைத் துகளாக்கம் - pair production
இணைதிறன் - valency
இணைந்து பிரிதல் - synapsis and separation
இணைப்பு - coupling
இணைப்புத் தவிக்கணம் - syndetic
இணைப்புத் திசுக்கள் - connective tissues
இணைப்புத்திசுக் கட்டிகள் – fibro sarcoma
இணைப்புமாற்றி - switch
இணைப்பு விளைவு - chelating effect
இணைப்பு வினைபொருள் - chelating agent
இணையும் பரப்பு - articular surface
இணையுறுப்புகள் - appendages
இதய அயர்வு - cardiac failure
இதய இடக்கீழறை - left ventricle
இதய ஒலி - heart sound
இதயத் தசை நோய் - myocardial disease
இதயத்தமனி இதய நோய் - coronary artery heart disease
இதய நிறுத்தம் - cardiac failure
இதயம் நின்றுவிடுதல் - cardiac arrest
இதய மின் வரைபடம் - electro cardiograph
இதழ் வட்டம் - calyx
இயக்க உறுப்புகள் - locomotory organelles
இயக்க வடிவ இயல் பிசுப்புத்தன்மை - kinematic viscosity
இயக்க வாழ்நாள் – operational life
இயக்க வியல் - mechanics
இயக்குதசை - voluntary muscle
இயக்குவிசை - driving force
இயங்கிடைவெளி - operating range
இயங்கியல் அமைப்புகள் - dynamical systems
இயங்கு ஆற்றல் - kinetic energy
இயங்குதசை – involuntary muscle
இயங்கும் சமநிலை - tautomerism

இயல் பாரஃபின் - normal paraffin
இயல்பு எண் - natural number
இயல்பு நீக்கப்பட்ட சாராயம் - denaturated spirit
இயற்கணித இடத்தியல் - algebraic topology
இயற்கணிதக் கட்டமைப்புக் கோட்பாடு - theory of algelsaic structure
இயற்கை மடக்கை - natural logarithm
இரசவாதி - alchemist
இரட்டிப்புத் தாக்குதல் - double impulse
இரட்டை ஒப்புமை - even parity
இரட்டைப் படிகம் - twin crystals
இரட்டுறல் - twinning
இரண்டாம் நிலைப்புற்று - secondary deposit (cancer)
இரத்த அழுத்த மிகை - hypertension
இரத்த உறைகளுடன் கூடிய உள்ளெறிகை - thromboembolism
இரத்த உறைவைத் தடுப்பி - anticoagulant
இரத்தக்குழாய்க்கட்டிகள் - anglo sarcoma
இரத்தக்குழாய் மாற்றுறுசி சிகிச்சை - bypass surgery
இரத்தச்சோகை - anaemia
இரு இடுக்கி - bidentate
இருஇஸ்கிய விட்டம் - bipedal gait
இருகால் நடைப்பழக்கம் - bipedality
இருகைப் பழக்கத்தோர் - ambidextrous
இருசமச் சீரமைப்பு - bilateral symmetry
இருபக்க அடுக்கமைவு - bifarious or distichous phyllotaxy
இருபக்கச் சமச்சீர் - zygomorphic
இருபடி - square
இருபடிச்சமன்பாடு - quadratic equation
இருபருமான புறப்பரப்பு - two dimensional surface
இருபால் - bisexual
இருமத் தன்மை - biunique
இருமுனைத் திருப்புத்திறன் - dipole moment
இருமை - binary
இருவித்திலைப் பிரிவு - dicotyledoneae
இருள்கவ்விய வட்டாரம் - aphotic zone
இலக்க முறைக் கடிகாரம் - digital watch
இலையடி உறை - sheath
இலையடிச் சிதல்கள் - stipules
இலையுதிர் - deciduous
இலையுதிரா மரம் - evergreen tree
இலை போன்ற - tiliform
இழுப்புக் குழாய் - draft tube
இழுவலிமை - tensile strength
இழுவைக் குழாய் - draft tube
இளக்கி - flux
இளக்கு மருந்தும் - emollient
இளம் உயிரி - larva
இறங்கா விரைகள் - undescended testes
இறக்கையடித்தல், சிறகடிப்பு - flapping
இனப்பெருக்க அணுக்கள், விந்து அணுக்கள் - sperms
இனப்பெருக்கம் - reproduction
ஈட்டம் - gain
ஈட்டி வடிவு - lanceolate
ஈடுசெய் சுருள் - compensating coil
ஈதல் பிணைப்புகள் - coordinate bonds
ஈந்தணைவிக்கும் - ligands
ஈர்ப்பாக்கச் சிவப்பு முனை இடப்பெயர்ச்சி - gravitational red shift
ஈர்ப்புப் புலம் - gravitational field
ஈர்ப்பு மையம் - bary centre
ஈரங்க - dimerous
ஈரிணைய ஆல்கஹால் - secondary a'cohol
ஈரிதழ் வால்வு இறுக்கம் - mitral stenosis
ஈரிதழ்வால்வு வெளித்தள்ளுதல் - mitral valve prolapse
ஈரியல்புத் தன்மை - amphoterism
ஈனால் மூலம் - via enolisation
ஈனுலைகள் - breeder reactor
உச்சக் கதவு - crest gate
உச்சிகளுக்கிடை விட்டம் - inter crital diameter
உச்சி வட்டம், நெடுவரைவட்டம் - meridian circle
உட்கணம் - subset
உட்கவர்தல் - absorption
உட்கவர்தல் வழியாகப் பிரித்தல் - adsorptive separation
உட்கூறு - composition
உட்புறத் தலை - medial head
உடல் நரம்பு - somatic nerve
உடல் பாதுகாப்பு (நோய் ஏற்பு) இயல் - immunity system
உடலியங்கியல் வினைகள் - physiological process
உடற்கூறு - anatomy
உடலிணைந்த - associated
உடனொளிர்தல் - flourescence
உடைக்கப்பட்ட கழிவு - shredded waste
உண்மைத் திசை - true direction
உணர் கொம்புகள் - antennae
உணர்சட்டம் - antenna
உணர்திறன் - sensitivity
உணர் வெப்பம் - sensible heat
உணரி - sensor
உதடு - labellum
உதரவிதானம் - diaphram
உந்தம் - momentum
உப்பீனி - halogen
உப்பு நீக்கும் அமைப்பு - desalter
உய்ய அழுத்தம் - critical pressure
உய்ய வெப்ப நிலை - critical temperature
உயவுப்பொருள்கள் - lubricants

உயிர்க்கூளம் - biomass
உயிர்வேதியியல் - biochemistry
உயிரணுவின் வெளிநீர் - extracellular fluid
உயிரிகளின்புதைபடிவங்கள், முதுகெலும்பி - vertebrate fossil
உயிரினத் தொகுதி, மிதவை - plankton
உயிரினத்தின் தொடக்கம் - origin of life
உயிருக்குக்கேடு விளைவிக்கும் கட்டிகள் - malignant tumours
உயிருக்குக்கேடு விளைவிக்காத கட்டிகள் - benign tumours
உயிரூழிப் படிவு, தொல் - paleozoic sediment
உயிரொளி - bioluminescence
உருமாற்றக் குலங்கள் - transformation groups
உருமாற்றப் பாறை - metamorphic rock
உருமாற்றப் போலி - pseudomorphy
உருமாற்றம் - metamorphism
உருமாற்றம், உருக்குலைவு - deformation
உருவேறுபட்ட இனச்செல் இணைவு - anisogamy
உருவொத்தப்பட்டை - isotropic band
உருள்தாங்கி - roller bearing
உருளைப் புறப்பரப்பு - cylindrical surface
உராய்வு - friction
உராய்வுத் தாங்கி - friction bearing
உராய்வுத் தூள் - streak
உருகு புள்ளி - pour point
உலக்கை, அழுந்துருள் - piston
உலர்கலன் - drier
உலை - furnace
உலோக அயனி கரைசல் - metal ion buffer
உலோக இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் - metal chelate complex
உலோகக் கலவை - alloy
உலோகப் போலி - metalloid
உவர்ப்புச் சரிவுப் பகுதி - halocline
உவர்மை - salinity
உள் அளவன் - internal caliper
உள் இடமகல் கருப்பையகப்படலம் - internal endometriosis
உள்நாளைச் சிரை - vena conitans
உள் பகுதி - endocarp
உள் வட்டம் - incircle
உள்வெடிப்பு - knocking
உள்ளங்கைப் பகுதி - metacarpal region
உள்ளாரம் - inradius
உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat
உள்ளெரிகை - embolism
உறக்க நோய் - trypanosomiasis
உறங்கு அரும்பு - dormant bud
உறழ்வு - inertia
உறிஞ்சல் வீச்சு - suction stroke
உறிஞ்சிதழ் - suction valve
உறிஞ்சும் பொருள் - absorbant
உறைக்கனி - capsule
உறைநிலை - freezing point
ஊட்டப்பொருள் – feed stock
ஊட்ட நீர்மம் - tonic
ஊடாட்ட எக்கி - reciprocating pump
ஊடாட்டப் பொறி - reciprocating engine
ஊடுகதிர் ஆய்வு - radiographic examination
ஊடுகதிர் சிகிச்சை - radiotherapy
ஊடுருவாப் பாறை - impervious rock
ஊடுருவியப் பாறை - intrusive rock
ஊடுருவும் தோல் நரம்பு - perforating cutaneous nerve
ஊர்தல் - creep
ஊர்வன - reptile
ஊனுண்ணிகள் – carnivora
எக்கி, ஏற்றி, இறைப்பி - pump
எச்சம் - residue
எண் கொள்கை - number theory
எண் பட்டக, எண் முகத்தக - octahedron
எத்தாக்சிலேற்றம் - ethoxylation
எதிர் அயனி - negative ions
எதிர் உள்வெடிப்புச் சேர்மம் - antiknocking compound
எதிர்த்துகள் - antiparticle
எதிர்ப்புசார்ப்புத் தசை - antigravity muscle
எதிர்ப்பொருள் ஊக்கி - antigen
எதிர்ப்பொருள் புரதம் - antibody protein
எதிர்பலிக்கும் திறன் - reflectivity
எதிர்பலிப்பி - reflector
எதிர்பலிப்புப் பலகை - reflection panel
எதிர்பாய்வுச் செயல் - counter current action
எதிர்வடிவம் - enantiomer
எதிரடுக்கமைவு - opposite phyllotaxy
எதிராற்றல் நிலை - negative energy state
எதிரொலி இதய ஆய்வு - echocardiography
எரிக்கும் அறை - combustion chamber
எரி சோடா - caustic soda
எரிதல் வெப்பம் - heat of combustion
எரிநிலை - fire point
எரிப்பி - combustor
எரிபொருள் மின்கலம் - fuel cell
எரிமலை இடுக்குவாய் - calderan
எரிவளிகலப்பி - carburettor
எலும்பு அரிப்பு - diffuse osteolysis
எலும்பு உண்டாக்கும் கட்டிகள் - osteosarcoma, malignant osteoblastome
எலும்பு உயிரணுக்கள் - bone cells
எலும்புத் தசை - skeletal muscle

எலும்புத்தூள் - bone meal
எலும்பு மஜ்ஜை உயிரணுக்கள் - bone marrow cells
எலும்பு மிருதுவாதல் - atrophy
எலெக்ட்ரான் அடைப்பு - electron trap
எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத் தன்மை - electronegativity
எலெக்ட்ரானியல் ஆற்றல் வடிவமாற்றி - electronic transducer
எளிமையாக இணைத்தவை - simply connected
என்புத் தோலிகள் - ostracoderms
எஸ்டர் பரிமாற்றுவினை - transesterification
ஏடுபோன்ற - foliate
ஏவுகுழல் - torpedo tube
ஏவூர்தி - rocket
ஏற்புகொள் கோணம் - acceptance angle
ஏற்புடைத்தகவின்மை - incompatibility
ஏறுகொடி, படர்கொடி, பற்றுக்கம்பி - climber
ஒட்டகக் குறுட்டிகள் - camel crickets
ஒட்டுச்சதைக்கனி, கற்கனி - drupe
ஒட்டுதல் - grafting
ஒட்டுப் பலகை - plywood
ஒட்டு மீன் - sucker fish
ஒண்பட்டு - velvet
ஒண்முகில் படலம் - nebula
ஒத்த இனச்செல்இணைவு - isogamy
ஒத்த தண்டுகள் - cladophyl
ஒத்தியக்க - synchronous
ஒத்தியங்கு மின்ஆக்கி - synchronous generator
ஒதுக்கப்பட்ட அல்லது தள்ளப்பட்ட கட்டமைப்பு - transgressive structure
ஒப்படர்த்தி - specific gravity
ஒப்பளவு - relative size
ஒப்புமைச்செயலி - parity operator
ஒருசார்புத்திசை - preferential direction
ஒரு நிற - monochromatic
ஒருபால் - unisexual
ஒரு பூவிதழ் வட்டத்தையுடைய - monochlamydeous
ஒரு பொய்க்கருவுறல் - pseudopregnancy
ஒரு வித்திலைப் பிரிவு - monocotyledoneae
ஒலிக் கால்வழி - sound channel
ஒலிக்குறிப்பலை - acoustic signal
ஒலியியல் ஒலிநுட்பவியல் - acoustics
ஒலியியல் ஆற்றல் வடிவமாற்றி - acoustic transducer
ஒலிவாங்கி - microphone
ஒலி வீழ்த்தி - projector
ஒவ்வாமை - allergy
ஒவ்வாமை எதிர்ப்பி - antiallergic
ஒழுங்கற்ற திருகுமுறை - imbricate
ஒழுங்கான துடிப்பு - sinus rhythm
ஒளி ஆண்டு - light year
ஒளிக்கசிவு -translucent
ஒளிக்குழல் - phototube
ஒளிச்சேர்க்கை - photosynthesis
ஒளி சுழற்றும் தன்மையுள்ள சேர்மம் - optically active compound
ஒளி சுழற்றும் மாற்றுரு - isomer
ஒளித்தளம் - optic plane
ஒளிபகுப்பு முறை, ஒளியாற் பகுப்பு - photolysis
ஒளிபுகும் - transparent
ஒளிமறைவுக் கோணம் - extinction angle
ஒளி மெலிப்பி - attenuator of light
ஒளியியல் அச்சுக்கோணம் – optical axial angle
ஒளியியல் அச்சுத்தளம் – optical axial plane
ஒளியியல் வடிப்பான் - optical filter
ஒளிர்திறன் - luminosity
ஒளிர் மீன்கள் - novae
ஒளிர்வு - luminiscence
ஒளிரும்விண்மீன்கள் - cepheid
ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் - carona discharge
ஒளி விரவல் - dispersion of light
ஒளி விலகல் எண் - refractive index
ஒளிவிலகல் எண் இடைவெளி - birefringence
ஒற்றை ஒப்புமை - odd parity
ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதி - monoclinic system
ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் - monohydric alcohol
ஒன்றுக்கு ஒன்று ஒற்றையியைபு - one-to-one correspondence
ஓசை - loudness
ஓடையடுக்குச் சுழல்கள் - cascaded cycles
ஓடையடுக்கு நிகழ்வு - cascaded process
ஓத நீரோட்டம் - tidal current
ஓந்தி, ஏந்தி - crane
ஓய்வுப் பொருண்மை ஆற்றல் - rest mass energy
ஓரியல்புடைய - homomorphic
ஓரிணையஆல்கஹால் - primary alcohol
கசடு உருவாகும் போக்கு – sludging tendency
கசிவு விளைவு – tunnel effect
கட்டளை நிலையம் – command station
கட்டற்ற பருத்தல் சுட்டெண் - free swelling index
கட்டி – gatti
கட்டுப்பாட்டிதழ் - valve
கட்டை விரலை மடக்க உதவும் நீள் தசை - flexor policis longus
கடல் ஆமை - turtle
கடல் ஓதம் – tide
கடல் படுகை - ocean floor
கடல முகடு - ocean ridge
கடல் மைல் - nautical mile
கடத்து திறன், கடத்துமை - conductivity
கடற்காய் – mussel
கடற்பாசி - sea weed
கடற்பாசி - alga

கடற்பொங்கு முகங்கள் - estuaries
கடற்பிரட்டை - sea urchin
கடினத்தன்மை - hardnes
கடைச்சிறுகுடல் - ileum
கடை மார்புப் பகுதி - metathorax
கண்ட நகர்வு - continental drift
கண்முன் பகுதி - rostral position
கண் திரைப்படலம் - iris
கண்ணாடி வீடு - green house
கண்ணி - loop
கணக்கோட்பாடு - set theory
கணிப்பான் - calculator
கணிபொறி - computer
கணுக்காலிகள் - arthropoda
கதிர் (தாவரம்) - spike (botany)
கதிர்நிலை, சூரிய ஒளி நிலை - heliostat
கதிர்வகை -raceme
கதிர்வீச்சு - radiation
கதிர்வீச்சு முறை இடுப்புக்குழி அளவெடுத்தல்- radio pelvimentry
கதிரியக்க அளவி - radiation dosimeter
கந்தக நீக்கம் - desulphurisation
கம்பி இசைக்கருவிகள் - stringed instruments
கம்பிவடக் கருவி - cable tool
கரணைகள் - galls
கரிப்பியல்பு - corrosive
கரிப்பு - corrosion
கரிப்புத்தன்மை - corrosiveness
கருஒட்டுதல் - implantation
கருக்கோளக் குழி - blastocoel
கருத்துருவம் - concept
கருப்பை - uterus
கருப்பை இடுப்பெலும்பு இணைப்புப் பந்தகம் - uterosacral ligament
கருப்பைத்தொற்று - pelvic infection
கருப்பைநச்சி - placenta
கருப்பையகப்படலம் - endometrium
கருப்பையகப்படலச்சுரப்பிகள் செல்கள் - endometrials glands and cells
கருப்பையில் வட்டத் தசைநார், கருப்பையின் அகலத் தசைநார் - round ligament of the uterus
கருப்பை வலை - meso salphinx
கருப்பை வெளிப்பகுதியின் மேற்படலம் - serosal layer of uterus
கருமுட்டை - ovum
கருமுட்டைக்குழாய், கருக்குழாய் - fallopian tube
கருமுட்டைக் குழாய் வலை - meso salphinx
கருவளர் காலம் - gestation period
கருவாக்கும் பொருள்கள் - nucleating agent
கரைத்தல் - dissolution
கரைப்பான் சாறு வடித்தல் - solvent extraction
கரையான் - termite
கல்நார் - asbestos
கல்லீரல் அரிப்பு நோய்கள் - cirrhosis of liver
கலங்கல் தன்மை - turbidity
கலப்புத் தளம் - complex plane
கலிங்கு - weir
கவசம் - armour
கவாத்து செய்தல் - pruning
கவை - forked
கழிநீர் அமைப்பு - sewage system
கழிமுகம் - estuary
கழிமுகத் திட்டு - delta
கழுதைப் புலி - hyaena
களஆய்வு நிலையம் - field station
களிகள் - pudding
களிப்பாறை - shale
களைக்கொல்லிகள் - herbicides
கற்காரை - concrete
கற்பனை அச்சு - imaginary axis
கற்பிதம் - assumption
கற்றை - beam
கன்னி இனப் பெருக்கமுறை - parthenogenesis
கன ஹைட்ரஜன் - heavy hydrogen
கனிம எண்ணெய் - mineral oil
கனிமம் - mineral
காட்டி - indicator
காடிகள் - slots
காந்தத்திருப்புத்திறன் - magnetic moment
காந்த நிறமாலை வரைவு - magneto spectrograph
காந்தப் பெருக்கு - magnetic flux
காந்தப் பெருக்கு அடர்த்தி - magnetic flux density
காந்தமானி - magnetometer
காந்த வட்டை - magnetic compass
காய்ச்சல் குறைப்பு - antipyretic
காய்ச்சிப் பகுத்து வடித்தல் - fractional distillation
காய்ச்சி வடித்தல் - distillation
காய்ச்சி வடிப்புக்கலன் - distillator
காயல்கள் - lagoon
கார்த்திகை - pleiades
காரத்திறன் - basic strength
காரப்பாறை - basic rock
கால ஆய நிகழ்தகவுப் பரவல், வெளி - probability distribution of space time coordinates
காற்றறை - air sinuses
காற்றில்லாச் செரிப்பு முறை - anaerobic digestion
காற்று ஆற்றல் - wind energy
காற்று இசைக் கருவிகள் - wind instruments
காற்று ஊது இசைக்கருவிகள் - wind blown instruments
காற்றுச்சுழலி மின் ஆக்கி - wind turbine generator

காற்றுத் திரளும் திறப்பு - header
காற்றுத்திசைக்காட்டி - wind vane
காற்றுத் துளைகள் - spirades
காற்றுப் பதப்படுத்தல் - air seasoning
காற்றுப் பதவி - air conditioner
காற்று மறிப்பான் - air interceptor
காற்று மின் ஆக்கிகள் - aerogenerator
காற்று முனைக்கம்பி - air terminal
காற்றுயர்த்தல் வகை - air lift type
கார்ட்டீசியன் பெருக்கல் வெளி - cartesian product space
கிடைநிலைப் பிரிவுகள் - horizontal sections
கிருமிக்கட்டி - septic emboli
கிளர்வூட்டிய கரி - activated charcoal
கிளர்ச்சியுற்ற நிலை - excited state
கிளையாறுகள் - distributories
கீழ்க்கடத்தி - down conductor
கீழ்த்தாடை நரம்பு - mandibular nerve
குடம் - hub
குடல் தாங்கி - mesentery
குடல் நெருக்கம் - herniation
குடல் நெருக்கம் - strangulation
குடல் வால் - appendix
குடல் வால் அழற்சி - appendicitis
குடலில் ஓட்டை - intestinal perforation
குருத்தெலும்பு - cartilage
குருத்தெலும்பு உண்டாக்கும் கட்டிகள் - chondro sarcoma
குருதி அளவீடுகள் - blood indices
குழம்பு - slurry
குழல் போன்ற - fistular
குழல்வாழ் புழுக்கள் - tube worms
குழியுடலிகள் - coelenterata
குழைமை - plasticity
குளிர் உறக்கம் - hibernation
குளிர்த்தும் பாய்மம - cooling fluid
குளிர்ப்பான், செறிகலன் - condenser
குளிர்பதனாக்கப் பொருள் - refrigerant
குளிர் பதனாக்கி - refrigerator
குளிர்விப்பான் - coolant
குற்றிழை இயக்கம் - ciliary motion
குறிப்பலைகள் - signals
குறியிலக்கு - target
குறு இணை வடிவு - brachy pinacoid
குறுக்கம் செறிதல் - condensation
குறுக்கு இன உறுப்புத்தடுப்பு - transverse genital septum
குறுக்கெதிர் மாற்றம் - crossing over
குறுங்கொத்து - fascicle
குறுங்கோணம் - acute angle
குறுவழி - thottle
குவளைச்செல்கள் - choanocytes
குவி அச்சு - focal axis
குவி நீளம் - focal length
குவிமட்டப் பகுதி - domed area
குவிமையப் பகுதி - focal region
குன்றல் பிரிவு - meiotic division
கூட்டுச் சிதறல் - compound scattering
கூட்டுப்பொருள் - additve meterial
கூட்டுப் பூந்திரள் - panicle
கூட்டுயிரி - symbiont
கூர்முனைவடிவ - cuspidate
கூழ் - pulp
கூறு - component
கூனிறால் - lobster
கெட்டித்தன்மை - sclerosis
கெழு - coefficient
கெழுத்தி - arius
கேளா ஒலி அலை - ultra sound
கைக்காலிகள் - brachiopoda
கைகீல் தசை - sapinator
கைந்நாடித் துடிப்பு - radial pulse
கொட்பாரம் - radius of gyration
கொட்புகாட்டி - gyroscope
கொடிப்பின்னல் வடிகால் அமைப்பு - treelike drainage pattern
கொத்தாக - tufted
கொப்பூழ் - umbilicus
கொம்பணை - groin
கோடையுறக்கம் - aestivation
கோண இடப்பெயர்ச்சி - angular displacement
கோணக் கணிதம், முக்கோண அளவியல் - trigonometry
கோணக்கூட்டு - diagonal conjugate
கோண வேறுபாடு - angalar differencə
கோர்வுத்தரக்கோபுரம் - truss tower
கோரைப்பற்கள் - canine teeth
கோழை போன்ற - muscilage
கோள ஆய முறை - spherical coordinate system
கோளக் கோணவியல் - spherical trigonometry
சகப்பிணைப்பு - covaleut bond
சங்கிலி - chain
சங்குமுறிவு - conchoidal fracture
சதைப்பற்று - succulent
சம உயரக்கோடு - contour
சமச்சீர்மைத்தளம் - plane of symmetry
சமச்சீர்மை மையம் - centre of symmetry
சம நாளிரவுப் புள்ளிகள் - equinoxes
சம நிலைப்படுத்தும் உறுப்பு - balancing organ
சமவியல்புடையவை - isotropic
சமவெளி - plains

சரிந்து பறத்தல் - passive or gliding flight
சரிவான அச்சு - clino axis
சல்லடை - sieve
சல்லிவேர், வேரிழை - fibrous root
சவ்வு - membrane
சவ்வு மூட்டு - synovial joint
சளிக்காய்ச்சல் - pneumonia
சளிப்படலம் - mucous
சாம்பலாக்குதல் - incinerate
சாய்சதுரப் பட்டகப் பிரிவு - rhombhoedral division
சாய்தசை - oblique muscle
சாய்தளம் - inclined plane
சாய்வாகச்சிதைந்த இடுப்பு - obliquely distorted pelvis
சாய்விற்கு எதிர்செல்லும்ஆறுகள் - obsequent streams
சாய்வுக்குட்படா ஆறுகள் - insequent streams
சாய்வு மேடு - hog back cuesta
சாய்வோடு செல்லும் ஆறு - consequent stream
சாய்வோடு செல்லும் கிளை ஆறுகள் - resequent streams
சார்பு - function
சார்பு வெளி - function space
சிகிச்சை - treatment
சிசு பக்கவாத நோய் - infantile hemiplegia
சிதைத்துக் காய்ச்சி வடித்தல் - destructive distillation
சிராய்ப்பியல்பு - abrasive
சிற்றணை - dikes, leevees
சிற்றிலை - leaflet
சிற்றினம் - species
சிற்றுந்தி - car
சிறகடித்துப் பறத்தல் - flapping flight
சிறகமைப்புக் கூட்டிலை - bipinnately compound leaf
சிறிய அல்லது உண்மை இடுப்புக்குழி - lesser or true pelvis
சிறு திண்ணை மேடு - bulte
சிறுநீர் உட்குழாய் - ureter
சிறுநீர்ச் சுழி - eddy
சிறுநீர்ப்பை - urinary bladder
சிறுநீர்ப்பை பிரிப்புக் கால்வாய் இணைப்பு - vesico vaginal fistula
சிறுநீர்போக்கி, சிறுநீர் வடிப்பு - diuretic
சிறுநீரகக் கீழ் அழற்சி - pyelonephritis
சிறுநீரக நுண்குழாய் - renal tube
சிறுநீரக வடிவம் - reniform
சிறுநீர் வெளிக்குழாய் - urethra
சிறுமக்கணம் - minimal set
சிறுமம் - minimum
சிட்டேன் எண் - cetane number
சீதம் - muocus

சீதப்படலம் - epithelium
சீதபேதி - dysentery
சீரற்ற விசையுள்ள கழுத்து அனிச்சைச் செயல் - asymmetrical tonic neck reflex
சுக்கு - dried ginger
சுடரொளி வெப்பநிலை - flame temperature
சுவாசக்குழல் ஆஸ்த்துமா - bronchial asthma
சுவாசக்குழல் தசை இளக்கி - bronchodilator
சுவாதி - arcturus
சுரண்டல் அல்லது சிராய்த்தல் - abrasion
சுரப் பண்பு - timber
சுரப்பி - gland
சுரம் - note
சுருக்கக்கொள்கை - contraction theory
சுருங்கி நிற்கும் ஆற்றல் - tonicity
சுருங்கிய இடுப்புக்குழி - contracted pelvis
சுருங்கும் தன்மை - contractibility
சுருதி, குரல், பண் - tone
சுருளிகள் - spirals
சுழல் அமைப்பு - spin system
சுழல் இணைப்புமாற்றி - rotating switch
சுழல்கலம் செலுத்திகள் - turbo props
சுழல்காற்று - cyclone
சுழல்கொடி - twinner
சுழல் தண்டு - spindle
சுழல்தாரை - turbojet
சுழல் திசைகாட்டி, கொட்புகாட்டி - gyrocompass
சுழல் வகை - rotary type
சுழல்மின் ஆக்கி - turbo alternator
சுழல் மோது தாரைப் பொறிகள் - turbo ramjets
சுழலகம் - runner
சுழலி - turbine
சுழற்சி - spin
சுழற்சித்திசைக்கு எதிர்த்திசை - anistropic
சுழிப்பு - vortex
சுழிப்பு மின்னோட்டம் - eddy current
சுற்றகம் - rotor
சுற்றுப்புற வெப்பநிலை - ambient temperature
சுற்றுப்புற வெப்பம் - ambient heat
சுற்றுவட்ட மையம் - circumcentre
சூம்புதல் - caries
சூரிய இயற்பியல் - solar physics
சூரிய உலை - solar furnace
சூரிய ஒளிப்பெருக்கு - solar flux
சூரியக்கல் - sunstone
சூரிய, நிலா கோள் மறைப்பு - solar, lunar eclipse
சூலகமுடி - stigma
சூழ் சதையற்ற - exendospermous
சூழற்பாறை - country rock
சூளையில் உலர்த்தல் - kiln drying
சூற்பை - ovary

சூறாவளித் திருகுச் சுழல் - anticyclonic gyral
செங்குத்துத் துண்டிப்பு - vertical shear
செங்கோட்டு மையம் - orthocentre
செஞ்சமச் சதுரப் படிகத் தொகுதி - isometric system of crystal
செஞ்சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதி - orthorhombic crystal system
செந்தரம் - standard
செந்தரத்திசை - stardard direction
செம்பு உரிபோர்த்த எஃகு - copper clad steel
செவ்வச்சு - orthoaxis
செவிப்பறை உறுப்புகள் - tympanal organs
செவுள் மூடி முன்தகடு - preopercular plate
செய்கரைகள் - jetties
செயல்கள் - operations
செயல்திறன் - action potential
செயல்படுத்தி - actuator
செயல்மிகு வளர்சிதைமாற்றம் - active metabolism
செயலற்ற - vestigeal
செயலற்ற நிலை, ஊக்க நிலை - dormant
செயற்கைச் சுவாசம் - artificial respiration
செரிக்கும் அமைப்பு - digester
செரிப்பின்மை - dyspepsia
செல் குமிழ்கள் - vesicles
செல்சவ்வு - plasma membrane
செலுத்திலங்கி - transponder
செறிகலன் - condenser
செறிபொருள் - condensate
செறிவு - concentration
செறிவு - pitcher
செறிவூட்டப்பட்ட கழிவு - concentrated waste
செறியா வளிமம் - noncondensable gases
சேர்ப்புக் கணம் - union set
சேர்ப்பு விதி - associative law
சேர்மான இடத்தியல் - combinatorial topology
சேற்றுநிலம் - swamp
சோறு - pulp
ஞாயிற்றுமையத்தோற்றப்பிழை - helioceutric parallax (stellar partallax)
ஞாயிறுமையத்தோற்றத்திசை - apparent direction
நெகிழி - plastic
தகடு - sheet
தகட்டுப்பாளம் - sill
தசைநுண் நார்கள் - myofibrills
தசமம், பதின்மம் - decimal
தசைச்சுருக்க இயக்கம் - movement by muscular contraction
தசைச்சுருக்கத்தினால் இடம் மாறிய விரையகம் - retractile testes
தட்டப்படும் இசைக் கருவிகள் - struck string instruments

தட்டைப்புழுக்கள் - platyhelminthes
தட்டையான அகன்ற பந்தகம் - broad ligament
தட்டையான இடுப்புக்குழி எலும்பு - platy phylloid pelvis
தடுப்புகள் - stops
தடைத்தன்மை, தடைமை - resistivity
தண்டு - peduncle
தண்டு, அச்சுத்தண்டு - shaft
தண்டு துளைப்பான் - tissue borer
தமனிப் பின்னல் - arterial anastomosis
தரக் கட்டுப்பாடு - quality control
தரங்குறைத்தல் - degrading
தரவரிசை - rank
தரைக் கட்டுப்பாடு - ground control
தலைக்காலிகள் - cephatopods
தலைகீழ்க்கூம்பு - obconic
தலை மஞ்சரி - capitulum
தலைமை இயக்கி, முதன்மை இயக்கி - prime mover
தலையாய புள்ளி - cardinal point
தளப்பாறை, அடித்தளப்பாறை, படுகைப்பாறை - bed rock
தளம் - plane
தன் எரிபொருள் திறன் - specific impulse
தற்காலிக மயக்க நிலை - syncope
தற்பருமன் அளவு - specific volume
தறுவாய் ஒற்றி - phase detector
தறுவாய் மாற்றம் - phase charge
தன்ஆற்றல் - specific energy
தன்மாற்று ஆரம் - radius of inversion
தன்மாற்றுப்புள்ளி - inverse points
தன்மாற்று வட்டம் - circle of inversion
தன்னொளிர் - phosphor
தன் வெப்பம் - specific heat
தன்விளக்க உண்மை - self evident truth
தன் வெளியீடு - specific output
தனிப்பொலிவுத்தரம் - absolute magnitude
தனிப்பொலிவு பருமை - absolute magnitude
தனிம வரிசை அட்டவணை - periodic table
தனி முதல் அழுத்தம் - absolute pressure
தனிமுதல் விரைவு - absolute velocity
தனி வெப்பநிலை - absolute temperature
தனி வெள்ளி - native silver
தனியான - discrete
தாங்கி - bearing
தாமாகவே இடவலம்புரி நடு நிலைக்கலவை - autoracemisation
தாரை - jet
தாவர நீராவிப்போக்கு - transpiration
தாழ்வெப்பநிலை எரிபொருள் - cryogenic fuel
தாழ்வெப்பநிலை நீர்மம் - cryogenic liquid

தாள் படல - lamellar
தானியங்கி எரிபொருள் – motor fuel
தானியங்கி நரம்பு - parasympathetic nerve
திசு ஆய்வு - tropsy
திசையன் - vector
திசையன் ஆரம் - radius of vector
திசையன் கோணம் - vectorial angle
திசைவேக வெளி - velocity space
திடீர் மாற்றங்கள் - mutations
திண்மக் கரைசல் - solid solution
திண்மக் கோணம் - solid angle
திண்மநிலை ஏவூர்தி - solid rocket
திரட்டி – collector
திரிதடையங்கள் - transistors
திருக்கம் - torque
திருகு - screw
திருகு ஊர்தி – helicoptor drone
திருப்ப முடிந்த – steerable
திருப்புப்பாய்வு - return stroke
திருப்புளி - screw driver
திரிபு - strain
திரையிடும் பொருள் -masking agent
திறன் ஆல்கஹால் - power alcohol
தீப் பற்றும் பண்பு - ignition quality
தீயாற் பகுத்தல் - pyrolysis
தீவிர - acute
துடுப்பாரை - fin ray
துடுப்பு - fin
துடுப்புகள் - fins
துடிப்புத்தாரைப் பொறிகள் - pulse jets
துணைக்காரம் - conjugated base
துணைச்சுரம், கிளையலை - subharmonic
துரப்பணத் துளைக்கருவிகள் - auger drills
துருபிடிப்பதைத் தடுக்கும் பொருள் - rust inhibitors
துருவம் - pole
துல்லியம் - accuracy
துலங்கல் இடைவெளி - response range
துளைவாய் - orifice
தூண்டல்தன்மை - excitability
தூண்டல் மின் ஆக்கி - induction generator
தூண்டு சுருள் - chocking coil
தூண்டுவிசை - impulse
தூண்டு விசைச் சுழலி - impulse turbine
தூய்மைப்படுத்தும் முறை - refining operation
தூய்மையாக்கும் பொருள் - detergent
தூர்வாரி - dredger
தூலம் - beam
தூள் சாம்பல் நோய் - powdery mildew
தூள் நிலக்கரி - peat
தேக்க ஒம்புயிரி - reservoir host
தேக்கப் பாறை ஆய்வியல் - reservior lithology
தேக்கம் - reservoir
தேய்த்தல் அல்லது உரசல் - attrition
தேய்வு - scouring
தேய்வுப்பொருள் - abrasive
தேறாமைக்கொள்கை, உறுதியின்மைக் கோட்பாடு - uncertainty principle
தைராய்டு மிகை ஆக்கம் - thyrotoxicois
தொகுப்பு - synthesis
தொகுவெப்ப ஆற்றல், வெப்பஅடக்கம் - enthalpy
தொகையீடு - integration
தொங்கு தாடையமைப்பு - downlap
தொட்டுணரிழை - barbel
தொடர் அலை இயக்கம் - undulatory movements
தொடு இதழமைவு - valvate aestivation
தொடு உணர் உறுப்புகள் - tactile organs
தொடுகை - contact
தொடுகோட்டு விசை - tangential force
தொடுவரைச் சுழலி - tangential turbine
தொடுவானத்தோற்றப்பிழை - horizontal parallax
தொடுவானம் - horizon
தொடைத்துளை - femoral pores
தொடையின் பின்புறத்தோல் நரம்பு - posterior cutaneous nerve
தொண்டைப்புண் - sore throat
தொல்லுயிர் ஊழி - palaeozoic era
தொல்லுயிர்ப்படிவு, புதைபடிவு - fossil
தொல்லுயிரியல் அறிஞர் - palaeontologist
தொலைஅளவளாவல் - teleconference
தொலைமுறை அளவியல் - telemetry
தொற்றுடன் கூடிய கருக்கலைப்பு - seplic abortion
தோராயத் தோற்றப் பொலிவு - apparent visual magnitude
தோல் இசைக் கருவிகள் - percussion instruments
தோற்றத்திசை - apparent direction
தோற்றப்பொலிவுத்தரம் - apparent brightness magnitude
தோள் வளையம் - pectoral girdle
நடுவரை - equator
நடுவரைத்தளம் - equational plane
நடு நுகம் - centre limb
நடுவரை விலக்கம் - declination
நரம்பு முக்கோணத் தசை - deltoid
நரம்பு முடிச்சு - ganglion
நரம்பு உராய்விணைப்பி - slip clutch
நன்னீர் ஆமை - terrapin
நாடா -ribbon
நாடித்துடிப்பு மாறுபாடு – arrythmias
நாளமில்லாச் சுரப்பி - harmone
நாற்கர அமைப்பு - tetradiate
நாற்கோணப்படிகத் தொகுதி - tetragonal system of crystal

நாற் பட்டகம் - tetrahedran
நான்கிடுக்கி - tetradentate
நான்கு தசை தாடைத்தசை - quadratus femoris
நிகரத்தேக்கம் - net storage
நிணநீர் நாளங்கள் - lymphatics
நியம வெளி, இயல்பு வெளி - normal space
நியூட்ரான் செயற்படுத்துதல் - neutron activation
நிரல் - spectrum
நில அதிர்ச்சி நிலநடுக்கம் - earthquake
நில ஆமை – tortoise
நில இயல் - geology
நில இயல் நிகழ்ச்சிகள் - geological processess
நில ஒத்தியக்க வட்டணை - geosynchronous orbit
நில ஓநாய் - earth wolf
நிலக்கிளர்ச்சி - orogeny
நிலக்கீல் - pitch
நிலக்கோள ஆயமுறை - terrestrial coordinate system
நில்க்கோளப் புறப்பரப்பு - geocorona
நிலச்சமன்செய்யும் எந்திரம் - earth scraper
நிலப்படம் - map
நிலப்படநூல் - atlas
நிலப்படவியல் - cartography
நிலப்படவியலார் - cartographer
நிலப்பன்றி - earth pig
நில நடுக்க அலை - seismic wave
நிலநடுக்கக் குறிப்புகள் - seismic data
நில நடுத்தளம் - equatorial plane
நிலம்ட்டத் தண்டு - rhizomes
நில மின்முனை - earth electrode
நிலவாழ் விலங்குகள் - terrestrial animals
நில வெப்ப ஆற்றல் geothermal energy
நிலை ஆற்றல் - potential energy
நிலை ஆவிகடத்தல் - potential evapotranspiration
நிலைக் காந்தம் - permanent magnet
நிலைப்பு மாறிலி - stability constant
நிலைமின் தகைவு electrostatic stress
நிலைமின் படிவி - electrostatic precipitator
நிலை மின்னழுத்தம் static voltage
நிலைமைத் திருப்புமை,உறழ்திருப்புமை - moment of inertia
நிலைமை வெளி - phase space
நிலையச்சு - vertical axis
நிலையான உதறல் - persistent fibrillation
நிறச்சாரல் பிரிகை - chromatography
நிறஒலிமானி - monochromatometer
நிறைநிரல் வரைவி - mass spectrograph
நிறைவுறாத - unsaturated
நீச்சல் பைகள் - swim bladders
நீடித்த - chronic
நீண்ட கட்டை விரல் அகட்டி - abductor pollicis longus
நீர் உறிஞ்சி - astrigent
நீர் ஒலிமானி - hydrophone
நீர் ஓட்டமானி - water current meter
நீர்நிலைப் படுகை - basin
நீர்ப்பட்டிகள் - lock
நீர்ம இயக்கவிசை - hydrodynamic force
நீர்ம ஏவூர்தி - liquid rocket
நீர்மக் காற்று - liquid air
நீர்மப் இல்லாப் பாரமானி - aneroid barometer
நீர்மமாக்கல் - liquifaction
நீர் மாதிரி எடுப்பி - water sampler
நீர்மின் எந்திரத்தொகுதி - hydel power plant
நீர்நிலை அழுத்தம் - piezometric pressure
நீராலை - water mill
நீராவி பீச்சி - steam ejector
நீராவி மின்நிலையம் - steam power station
நீரியல் அமைப்பு - hydraulic system
நீரியல் உயரம் - hydraulic head
நீரியல் ஏற்றி - hydraulic crane
நீரியல் சேமக்கலம் - hydraulic accumulator
நீரியல்பேசி - hydrophone
நீரிறக்கம் - dehydration
நீரின் அலையியக்கமும் உந்து ஆற்றலும் - surging and ebbing of fluid
நீரேற்றம் - hydration
நீரோட்டச் செயல் - hydraulic action
நீரோட்ட மண்டலம் - water vascular system (zool)
நீள் கூர்மை - acuminate
நீள் சதுரம் - oblong
நீள்தன்மை - elongation
நீள்தசை - longitudinal muscle
நீள்வெண் நார்த்திசைப்படலம் - linearalpha
நீளிழைகள் – flagilla
நுண் கணிதம் - calcalus
நுண்குழலி - microtubular filaments
நுண்செயலி - microprocessor
நுண்ணலை உயர்த்திகள் - microwave relays
நுண்ணளவி - micrometer
நுண்ணுந்தி - microthruster
நுண்ணுயிர் கொல்லும் பண்பு - biocidel property
நுண்ணுயிர் கொல்லிக் களிம்பு - antibiotic ointment
நுண்பை - alveoli
நுண்மை - sensitivity
நுரைபொருள் காப்பீடு - foam insulation
நுரையீரல் சிரை – pulmonary vein

நுரையீரல் தமனி - pulmonary artery
நுரையீரல் வீக்கம் - pulmonary edema
நுழைகுழாய் - inlet pipe
நுழைவிதழ் - inter valve
நுனிக் கூர் பல்லுள்ளவை - serrate
நெகிழி, ஞெகிழி - plastic
நெகிழிப்பூச்சுகள், ஞெகிழிப்பூச்சுகள் - plastic paints
நெட்டாங்கு - longitude
நெடுவரை - meridian
நெம்புருள் - cam
நெரிப்பு - throttle
நெருக்கடிகால அடைப்பு எண்ணெய் - seal oil
நெளி ஆறு - meander
நெளிவு - gnarle
நெளிவு, சைன் வடிவ - sinuous
நேர் அயனி - positive ion
நேர் ஊட்டம் - positive charge
நேர்செயல் நீராவி வகை - direct acting steam type
நேர்மறைக் கனிமம் - uniaxial positive
நேர்மாறு உறுப்பு, தலைகீழ் உறுப்பு-inverse element
நேர்மின் அயனி - cation
நேரியல் விட்டம் - linear diameter
நேரியல் வெளி - linear space
நொதி - enzyme
நொதித்தல் - fermentation
நோய் உயிர்க்கொல்லிகள் - antibiotics
நோய்க்குறியியல், நோய் இயல் - pathology
நோய் நாடல் - diagnosis
நோயுற்ற எலும்பு முறிவு - pathological frxacture
பக்க இணைவடிவ முகம் - side pinacoid
பக்கக் காற்று - sucker
பக்கவாட்ட அமுக்கம் - lateral compression
பக்கவாட்டில் இணைந்த - syngenesious
பகுதிக் கடத்தி - semiconductor
பகுப்பு வேதியியல் analytical chemistry
பகுபடா எண் - surd
பகுமுறை வடிவக்கணிதம் - analytical geometry
பசுங்கணிகம் - chloroplast
பட்டக - prismatic
பட்டகக் கோணம் - prismatic angle
பட்டை - belt
படகு வடிவான - cymbiform
படலப்பாறை - schist
படிக அச்சு - crystal axis
படிகமாக்கல் - crystallisation
படிக வடிவமற்ற - amorphous
படிக விளக்க ஆயமுறை - crystallographic coordinates
படிக விளக்கவியல் - crystallography
படிதல் - deposition
படிமம் - image
படிமலர்ச்சி, படிமுறை வளர்ச்சி - evolution
படிவு - scale
படிவுப் பாறை - sedimentary rock
படுகை - basin
படுகை, நீர்ப் - aquifer
பண்ணைக் கழிவுப்பொருள் - farm waste
பணிப்பு மின்னோடி - servomotor
பத்திரிகள் - arils
பதப்படுத்தப்பட்ட தோல் - candied peel
பதிவு நாடா - tape recorder
பதிவுரிமம் - patent
பதுமைத் தோல் - parchment leather
பயன்முறைக் கணிதம் - applied mathematics
பயனீட்டுக் கருவி, பயன்கருவி - appliance
பரப்பு இழுவிசை - surface tension
பரப்புக் கவர்தல் - adsorption
பரவளையம் - parabola
பருத்தல் அளவி - dilatometer
பருமன் அளவீட்டு முறை - volumetric method
பருமன் மீட்சிக் கெழு - bulk modulus
பருமனறி பகுப்பாய்வு - volumetric analysis
பருமீட்டர் - cubic metre
பருமை - magnitude
பருவக்கால ஆறுகள் - ephemeral stream
பருவம் - season
பல் இடுக்கி - multidentate
பல்இடுக்கி பிணைப்பொருள்கள் - multidentate or polydentate ligands
பல்கரு வளர்நிலை - polyembryony
பல்சுணைப் புழுக்கள் - polychaetes
பல்லுறுப்பாக்கல் - polymerisation
பல்லுறுப்பாக்க இரட்டுறல் - polysynthetic twinning
பல்லுறுப்பு இணைத்தவை - multiply connected
பல்ஹைட்ரிக ஆல்கஹால் - polyhydric alcohol
பல திசை அதிர்வு நிறமாற்றம் - pleochroism
பலபுரி கொண்ட கம்பி - multistrand wire
பவழப்புள்ளி நோய் - coral spot disease
பழக்குழைவு - jam
பழங்கால இயக்கவியல் - classical mechanics
பழுப்பு நிலக்கரி - lignite
பற்சக்கரம் - gear
பள்ளத்தாக்குகள் - valley
பளிங்கு மிளிர்வு - vitreous lustre
பளுதூக்கி - derrick
பன்னிருமுக - dodecahedron
பனிக்கட்டி உருவாவதைத் தடுப்பான் - anti icing agent
பனிக்கவிகை - ice cap
பனி நகர்வு - ice drift
பனிப்படல நிலை - cloud point
பனி மிதவைப் பாளம் - ice berg

பாக்டீரியா நீரிழிவு - bacteriuria
பாகுத்தன்மை மாற்றக் கொள்கை - change of viscosity theory
பாகை - degree
பாசி - bead
பாதுகாக்கும் பொருள் - preservative
பாய்மப் படுகைச் சுழலி - fluid bed turbine system
பாய்மம் - fluid
பாய்மை - fluidity
பாய்வு - stroke
பார்வை நரம்பு - optic nerve
பார்வை நரம்புத்துளை - optic foramen
பால் போன்ற சாறு, பால்மம் - latex
பால்மம், நீர்க்குழம்பு - emulsion
பால்மமாக்கி - emulsifier
பால்வினை நோய் - venereal disease
பாலில்லா இனப்பெருக்கம் - asexual reproduction
பாலின முதிர்ச்சி - sexual maturity
பாலூட்டி - mammal
பாவு - warp
பாளை - spathe
பாறை அடுக்குஇயல் - stratigraphy
பாறை எண்ணெய் - crude oil
பாறைக்குழம்பு - magma
பாறைக்குழம்பு வகை - magmatic type
பாறைப்பகுதி மண்டிலம் - lithosphere
பாறை முகடு - escarpment
பாறையடி மண்டிலம் - athenosphere
பிசின் நோய் - gummosis
பிசுப்புத் தன்மை, பிசுப்பியல்பு - viscous
பிடர்த்தகடு - nuchal plate
பிரிகை மாறிலி - dissociation constant
பிரிகை வெப்ப நிலை - dissociation temperature
பிரிதிறன் - resolution
பிளவு - break
பிளாசம் இளகிய நிலை - plasmosol
பிளாசம் இறுகிய நிலை - plasmogel
பிறழ்நிலை - anomalous
பிறழ்மையம் - eccentric
பின்புற மணிக்கட்டுத் தமனி - posterior carpel artery
பின்வரு நிலை, மடங்கி நிகழ் நிலை - recurrent
பின்னுதைப்பு அழுத்தம் - back pressure
பின்னுதைப்பு உந்தம் - recoil momentum
பின்னுந்தல் அணுக்கரு - recoil nucleus
புகைக்காத கூட்டுப்பொருள் - antismoking additive
புடக்குடுவை - clay crucible
புணர்புழை - vagina
புத்துயிரூழி - cenozoic
புதிய திடீர் மாற்றம் - new mutation
புதிர் - puzzle
புதுப்பிக்கப்படாத - nonrenewable
புதுப்பிக்கப்படும் - renewable
புத்துயிர் ஊழி - cenozoic era
புதைபடிவு எரிபொருள் - fossil fuel
புயத்தமனி, தோள் தமனி - brachial artery
புயத்தை மடக்கும் தசை, தோள் மடக்கு தசை - biceps brachili
புரத நீரிழிவு - proteinuria
புரைக்கணு - sinus node
புரைமை - permeability
புரையுடலிகள் - porifera
புவிப்பரவல் தடை - geographical barrier
புவிமையத் தோற்றத்திசை - geocentric direction
புவிமையத்தோற்றப்பிழை - geocentric parallax
புவி - மேகப் பாய்வு - ground to cloud stroke
புவியின் நாள் சுழற்சி - diurnal rotation
புவியீர்ப்புமானி - gravitymeter
புள்ளியின் அண்மையகம் - neighbourhood of a point
புள்ளி கண இடத்தியல் - point set topology
புற்றுநோய் - carcinoma
புற்றுநோய் அணுக்கள் - cancer cells
புறஊதாக் கதிர் - ultraviolet ray
புறச்சட்டகம் - exoskeleton
புறணி - mantle
புறத்தோல் அடுக்கு - epidermis
புறநிலை அறிவியல் - physical science
புறப்படை - ectoderm
புறப்பரப்பில் செயல்படும் பொருள் - surface active agent
புறப்பரப்பின் பிளவுபட்டா வெட்டுகள் - genus of a surface
புறப்பிளாசம் - ectoplasm
புறவேற்றுமை - allotropy
பூக்காம்பு - pedicel
பூச்சுகள் - coatings
பூச்சிக்கொல்லிகள் - pesticides
பூஞ்சை - fungi
பூஞ்சை நோய் - sooty mould
பூட்டமைப்பு - assembly
பூவடிச்சிதல் - bract
பூவிதழ் - sepal
பூவிதழ் வட்டம் - perianth
பூனைவால் மஞ்சரி - catkin
பெண்டுல இயக்கம் - pendular movement
பெண்தன்மை - gynaecoid
பெண்தன்மை இடுப்புக்குழி எலும்பு - gynaecoid pubis
பெயர்ச்சிப் பிளவு - fault
பெயர்ச்சிப் பிளவு வடிவ அமைப்பு - fault pattern
பெரிய அல்லது மாய இடுப்புக்குழி - greater or false pelvis

பெருங்குடும்பம் - super family
பெருநீர்ச் சுழி - whirl pool
பெரும மதிப்பு - maximum value
பேதி மருந்து - purgative
பேராழப் படுகைப்பகுதி - abyssal benthic zone
பேரினம் - genus
பொட்டுக்குழி - temporal fossa
பொது மைய, ஒரு மைய - concentric
பொருண்மை - mass
பொருண்மை ஆற்றல் இணைமாற்று - mass energy equivalence
பொருண்மை எண் - mass number
போக்கைக் கட்டுப்படுத்தல் - attitude control
போலி - pseudo
போலி உடற்குழி - pseudo coel
போலிச் சேர்க்கை - pseudo copulation
போலிப் பிள்ளைப் பூச்சிகள் - false mole crickets
மகப்பேறு - delivery
மகரந்தத் தாள் - staminode
மகரந்தத்தாள் குழல் - staminal tube
மகாதமனி, பெருந்தமனி - aorta
மகுடமுள் தோலிகள் - crinoids
மங்கொளி பரப்பு - disphotic zone
மஞ்சரி - spadix
மஞ்சரிக் காம்பு - peduncle
மஞ்சரிப் பாளை - spathe
மஞ்சள்காமாலை - jaundice
மட்டு - modulus
மட்ட நிலத்தண்டு - rhizome
மடக்கை - logarithm
மடிப்பு - fold
மடிப்புப் பாறை - foliated rock
மடிபுள்ளி - furling point
மணிக்கல் பதக்கம் - Intaglio, gems
மணிகள் - grains
மணிச்சார அமைப்புக்கொள்கை - bead hypothesis
மணல் உறிஞ்சிகள் - excluder
மணல் திருப்பிகள் - deflectors
மணல் நீக்கிகள் - ejectors
மணற்பாறை - sandstone
மரக் கிளை போன்ற வடிகால் அமைப்பு - dendritic drainage pattern
மரை - nut
மலக்குடல் - rectum
மலக்குடல் கருப்பை - recto uterine pouch
மலக்குடல் சிறுநீர்ப் பை - recto vesical pouch
மலக்குடல் புணர் புழை இணைப்பு - recto vaginal fistula
மலக்குழாய் - புணர்புழைத் தடுப்பு - recto vaginal clot
மலட்டுச் சூலகம் - pistillode
மலட்டுத்தன்மை - impotency
மலட்டுப் பூக்கள் - gall flowers
மலக்காம்புச் சிதல் - bracteole
மலைக் கணவாய்கள் - georges
மலை தோன்றுதல் - orogenesis
மலையிடுக்குகள் - gorges
மறிப்பு - impedance
மாசடைதல் - pollution
மாசுபடுத்தும் பொருள் - contaminant
மார்பு ஒலிமானி - stethoscope
மார்பெலும்பு - sternum
மாரடைப்பு நோய் - myocardial infarction
மாற்றவட்ட வளாகம், தொடுகை - aureole
மாற்றமிலித் தொடர்பு - invariant relationship
மாற்றுருவாக்கம் - isomerisation
மாற்றிலை அடுக்கமைப்பு - alternate phyllotaxy
மாற்றியம், மாற்றுரு - isomer
மாற்றியமைக்கப்பட்ட பொருள் - reformate
மாற்றியமைக்கும் வினையூக்கி - reforming catalyst
மாற்று மின்னூட்டம் - hetrocharge
மாற்றுரு திரள் கணிகம் porphyroplast
மாறாஎதிர்பலிப்பு - reflection invariance
மாறி - variable
மாறிச்சேர்தல் - recombination
மாறிலி - constant
மாறுதிசை மின்ஆக்கி - alternating current generator
மாறுநிலை (உய்ய) வெப்ப நிலை - critical temperature
மிகை இரத்த அழுத்தம் - hypertesnion
மிகை நிரப்பி - booster
மிகைப்பன்மை இயக்கச் சுற்றுவழி - super heterodyne circuit
மிகைப்பி - amplifier
மிதவைத் தன்மை - buoyancy
மிதவை விசை - buoyancy
மித வெப்பமண்டலம் - temperate region
மிருது மூட்டு, மென் குருத்துமூட்டு - cartilagenous joint
மின்இயங்கியல் - electrodynamics
மின்செலுத்தும் கோபுரங்கள் - transmission towers
மின்கல அடுக்கு - battery
மின்காந்தப் புலம் - electromagnetic field
மின்காப்பான் - insulator
மின்காப்பி - insulator
மின்காப்பீட்டுப் பொருள்கள் - dielectric materials
மின்சுற்றுவழி - electrical circuit
மின் செயற்படுத்தி - electric actuator
மின்தகைவு - electric stress
மின்தசைக் கருவி வரைபடம் - electromyograph
மின் தறுவாய் - phase
மின் திரட்டி, - commutator
மின் தேக்கிகள், மின்கொண்மிகள் - capacitors

மின் பகுளி, மின்பகுபொருள் - electrolyte
மின்புலம் - electric field
மின்போக்கு - electric discharge
மின்மாற்றிகள் - transformers
மின்வரைவு - electrography
மின் விதிகள் - electric laws
மின்னடை - choke
மின்னல் இறங்கும் முனைகள் - lightning discharge teminal
மின்னாற்றல் - electric energy
மின்னிறக்கம் - discharge
மின்னூட்டம் - charge
மின்னூட்டம் பெற்ற மேகம் - charged cloud
மின்னூட்டப் பொருண்மைத் தகவு - charge to mass ratio
மின்னோடி அளவி - motor meter
மீநுண் வரியமைப்பு - fine structure
மீட்பாக்கம் - regeneration
மீள் ஆக்கம் - regeneration
மீள்நுழை கோணம் - reentrant angle
மீள்வுத் திடீர் மாற்றம் - reverse mutation
மீளாக்கச் சுற்றுவழி - regenerative circuit
முக்கூற்று உடலிகள் - triobites
முகப்புக் கூறு - facets
முகிழ் எலும்பு - gyllus
முகுளம் - medulla
முச்சரிவுத் தொகுதி - triclinic system
முட்டு வேர்கள் - prop roots
முட்டையிடும் உறுப்பு - ovipositor
முடிவிலி, ஈறிலி - infinite
முடிவுள்ள அளவு வெளிகள் - finite metrc space
முடிவற்ற - infinity
முடுக்க அளவி - accellerometer
முடுக்கம் - acceleration
முண்டு இடைவிட்டம் - intertuberous diameter
முத்தலைத் தசை - triceps
முத்தறுவாய் - three phase
முதல்நிலைக் கட்டிகள் - primary tumours
முதல்நிலைப் புற்று - primary cancer
முதல்வரிசைத் தேராச் சமன்பாடு - indeterminate equation of first order
முதன்மைப் படலம் - primary film
முதிரா நிலை - primitive
முதுகெலும்பற்றவை - invertebrata
முதுகெலும்பி - vertebrata
முதுகெலும்பின் உடற்பகுதிச் சிதைவு -vertebral body collapse
முப்படி - cube
முப்பருமான வெளி - three dimensional space
முப்பிரிவு இடுப்பு எலும்பு - triradiate pelvis
முரண்பாடு - paradox
முழுக் கணம் - entire set
முழங்கால் சில் - patella
முழங்கைத் தசை - anconeus
முழுப் பட்டகம் - holohedron
முள்தோலிகள் - echinoderms
முள் விலாங்கு - spiny eel
முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டு - invertebral disc
முளைசூழ் சதை - endosperm
முளைசூழ் தாள்சவ்வு - velamen
முற்செலுத்தி - propeller
முற்றொருமை உறுப்பு - identity element
முறுக்கு - twist
முன் சிறுகுடல் - duodenum
முன் தோன்றிய வடிகால்கள் - antecedent drainage
முன் பற்களையுடையவை - predentate
முன்பின் அழுக்கம் - anteroposterior compression
முன்புற மணிக்கட்டுத் தமனி - anterior carpel artery
முன்மார்புப் பகுதி - prothorax
முன் மேல்தாடை - premaxillary
முன்னுயிர்கள் - protozoa
முன்னோடிப்பாதை - pilot streamer
முன்வேர்ப்பகுதி - anterior root
முனைவாக்குதல், முனைவுறல் - polarization
மு இடுக்கி - tridentate
மூக்குக் குழல் - nozzle
மூச்சுக்குழல் - bronchus
மூச்சுக்குழல் அழற்சி - bronchitis
மூச்சுத் துளை - nostril
மூச்சுறுப்புகள் - respiratory organs
மூட்டுகளுக்கிடை விட்டம் - interspinous diameter
மூட்டுச் சவ்வு - synovial membrane
மூட்டுத்தேய்வு - osteoarthrosis
மூட்டு முக்கோண எலும்பு, திரிக எலும்பு - sacrum
மூட்டு வாதம் - rheumatism
மூடி இறக்கைகள் - tegmina
மூத்திரக்குழாய் - urethra
மூலக்கூறின் சுருக்கக் கொள்கை - foundation zone theory
மூலக்கூறு சல்லடை - molecular sieve
மூல நோய் - piles
மூவங்க, மூன்றுறுப்பு - trimerous
மூவிணைய ஆல்கஹால் - tertiary alcohol
மூன்றார அமைப்பு - triadiate
மெதுவான இதயத்துடிப்பு - bradycardia
மெய் அச்சு - real axis
மெல்லுடலிகள் - mollusca
மெழுகுத் தன்மை - waxiness
மென் தசைகள் - smooth muscles
மேக நோய் - syphilis
மேக வெட்டை - gonorrhoea
மேடுகள் - spurs

மேலுறை - casing
மேற்கை - upper arm
மேற்கை ஆரைத் தசை - brachioradialis
மேற்கை எலும்பு - humerus
மேற்கைத் தசை - brachialis
மேற்சுரம் - overtone
மேற்பூச்சு, மென்பூச்சு - enamel
மைய விலக்க - centrifugal
மைய வெப்பமூட்டும் அமைப்பு - central heating system
மொட்டு ஒட்டுதல் - budding
மோது தாரைப் பொறிகள் - ramjets
ரசமட்டம் - spirit level
ரப்பர்த்தாள் வடிவக்கணிதம் - rubber sheet geometry
வகுதிப் பொறியியல் - design engineering
வகுப்பு - class
வகை - type
வகை, படிகத்தின் - habitat
வகைகெழுச் சமன்பாடு - differential equation
வகைமை - typical
வகையீட்டு இயங்கியல் - differential dynamics
வசம்பு - smeet flag
வட்டணை - orbit
வட்டணை இயக்கவியல் - orbital dynamics
வட்டணை சரிப்படுத்தல் - orbit trim
வட்டப்பரிதி - circumference
வடம் - cable
வட நடுவரை விலக்கம் - north declination
வடிக்கப்பட்ட பொருள், வடிபொருள் - distillate
வடிகட்டுதல் - filtration
வடிகலன், செறிகலன் - condenser
வடிபொருள் - filtrate
வடிநீர் குழாய் - drain pipe
வடிவஇயல் உருவம் - geometrical figure
வடிவஇயல் இயல்பு - geometrical property
வடிவஇயல் மாற்றுரு - geometric isomer
வண்டற் பொறி - silt trap
வண்டலிடு கரைகள் - leeves
வணரி, இணைப்புத் தண்டு - crank and connecting rod
வணரிகள், பிணைப்புகள் – cranks and links
வயிற்றுக் காலிகள் - gastropods
வயிற்றுக் கீழ் நரம்பு - hypogastric nerve
வயிற்றுக்குழி - abdominal cavity
வயிற்றுப்பகுதி அறுவை சிகிச்சைத் தடுப்புகள் - laprotomy scars
வயிற்றுப்புண் - gastric ulcer
வயிற்றுப்போக்கு - diarrhoea
வரம்பு - norm
வரம்பு கடத்தம் – limiting conductance
வரிசைத் தொடர் - sequence
வரித் தசை - striated muscle
வரிப்பள்ளம் - ambulacral groove
வரிப்பாறை - gneiss
வரைமுகடு - crest
வல ஏற்றம் - right ascension
வலஞ்சுழி - clockwise
வலிவூட்டும் பொருள் - vulcanizing agent
வளம் பெறல் - rejuvenation
வளர் இயல்புகள், வளர்முறைகள் - habits
வளர்ச்சி வீதம் - growth rate
வளர்ப்புச் சாதனம் - brooder
வளிமண்டல இயல் - aeronomy
வளை சவ்வுத் தசை - trochlear nerve
வளைமை - curvature
வளையுடலிகள் - annelida
வளைவாரம் - radius of curvature
வளைவு இயக்கம் - flexured motion
வற்றாத ஆறுகள் - perennial stream
வாத இதய அழற்சி - rheumatic carditis
வாத - gout
வாய்க்கால் வரப்புகள் - ridges or furrows
வார்ப்பட்டை - belt
வாழ் இடங்கள் - habitats
வானியல் - astronomy
வானியல் அலகு - astronomical unit
வானுச்சி - azimuth
விகிதமுறா எண் - irrational number
விசைமாறிலி - force constant
விண்கல் - meteorite.
விண்பொருள் - celestial object
விண்மீன் குழு - constellation
விண்மீன் முடிச்சு - star cluster
விதை உறை - testes
விதை உறையற்ற தாவரப்பிரிவு - gymnosperm
விந்துக் குழாய் - ductus deferens
விந்துப் பை - seminal vesicle
விரிந்த இடைவெளிக்கம்பி மட்டுப்படுத்தி, கொம்பு இடைவெளி வகை அடக்கி - horn gap arrestor
விரிவுக்கலம் - expansion chamber
விரைப்பை, விதைப்பை - scrotum
விரைப்பைப் பின்புறம் - perinium
விரை நீக்கம் - orchidactomy
வில்சுருள் - spring
வில்லதிர்வுக் கம்பி இசைக்கருவிகள் - bowed string instruments
விலக்கக் காலம் - refractory period
விலா எலும்பு - rib
விழிக்குழி உணர்வு நரம்பு - ophthalmic nerve
விழித்தசை நரம்பு – oculomotor nerve
விழியடிக் கரும்படல நடுத்தமனி - central artery retina

விழிவெளித் தசை நரம்பு - abducens nerve
விளாவி - dilutent
விளிம்படுத்த சூல் அமைப்பு - marginal placentation
விறைப்புக் கெழு - rigidity modulus
வினையுறு தொகுதி - functional group
வினையூக்கச் சிதைத்தல் - catalytic cracking
வீச்சு - amplitude
வெங்களிகள் - ceramics
வெட்டுக் கணம் - intersection set
வெட்டுக் கோணம் - intersection angle
வெட்டும் தாடைகள் - mandibles
வெடிப்பு - fissure
வெப்ப அடக்கம் - enthalpy
வெப்பஅளவி - calorimeter
வெப்ப ஆக்கி - thermal generator
வெப்ப இயங்கியல் - thermodynamics
வெப்ப உலை அடுக்கு - thermopile
வெப்ப உள்ளடக்கம் - heat content
வெப்பஉமிழ் வினை - exothermic reaction
வெப்பக்காப்புக் கவசம் - thermal shield apron
வெப்பச் சரிமானம் - thermal gradient
வெப்பச் சிதைவு அணி - pyrolysis unit
வெப்பச்சுழல் - convection
வெப்பச் சுழற்சி - heat convection
வெப்ப இறுக்க - thermoset
வெப்பத் திறமை - thermal efficiency
வெப்பத்தை உட்கவர்தல் - endothermic
வெப்பந்தாங்கவல்ல - refractory
வெப்பநிலைச் சரிவு - thermocline
வெப்ப நிலைப்பு - thermal stability
வெப்ப நீரூற்று - geyser
வெப்ப நீரூற்று - hot spring
வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல் - thermal cracking
வெப்பப் பரிமாற்றி - heat exchanger
வெப்பப் பெருக்கடர்த்தி - flux density
வெப்பப்பொறி - heat engine
வெப்ப மண்டிலம் - tropic zone
வெப்பமாறா விரிவு - adiabatic expansion
வெப்ப வளிமம் - flue gas
வெள்ளையணுக்கள் - nentiophils, white corpuscles
வெளி அளவன் - external caliper
வெளிக்கூடு - outer shell
வெளிக்கூட்டு விட்டம் - external conjugate diameter
வெளிச்செலுத்து நரம்பு - efferent nerve, motor nerve
வெளிப்புற இதய இறுக்க அழற்சி - constrictive peri carditis
வெளியாரம் - exradius
வெளியீட்டுத்திறன் - power output
வெளியேற்ற வீச்சு - exhaust stroke
வெளியேற்றிதழ் - exhaust valve
வெற்றிட ஏக்கி - vacuum pump
வெற்றிட வகை - vacuum type
வெற்றுக் கணம் - empty set
வேகமான இதயத் துடிப்பு - tachycardia
வேர்க் கன்றுகள் - root suckers
வேலைக் கோட்பாடு - ergodic theory
வேற்றணு வளைய - heterocyclic
வேற்றிடத்துவேர் - adventitious root
வேற்றுப் பட்டைகள் - anisotrophic band
வைரக் கட்டை சேவு, அகடு - heart wood
வோல்டா அடுக்குகள் - voltaic piles
ஹைட்ரஜன் முன்னிலையில் சிதைக்கும் கருவி - hydrocracker
ஹைட்ரஜன் நீக்கம் - dehydrogenation
ஹைட்ரஜனேற்றம் - hydrogenation
ஹைலோஜனேற்றி - halogenating agent

கலைச் சொற்கள்

1—3 தொகுதிகள்

(ஆங்கிலம்-தமிழ்)

A

a ax's - விரை அதிர்வச்சு, a அச்சு
a,b,c crystallographic axes - நிலை, நெடு, குறும் படிக விளக்க அச்சுகள், a,b,c அச்சுகள்
abcission - கனி உதிர்தல்
abdominal cavity - வயிற்றுக்குழி
abducent nerve - விழிவெளித் தசை நரம்பு
abductor pollicis longus - நீண்ட கட்டை விரல் அகட்டி
ability - திறமை, செயல்திறன்
abiotic factor – உயிரிலிக் காரணி, உயிரிலிக் கூறுபாடு
abnormal behaviour - ஒவ்வா நடைமுறை
aboral side - வாய் எதிர்ப் பக்கம்
abortion - கருச் சிதைவு
abrasion - சிராய்ப்பு
abrasive - சிராய்பொருள், தேய்ப்புப்பொருள்
abrasive sawing - சிராய்ப்பு அறுவை, தேய்ப்பு அறுவை
abscess - சீழ்க்கட்டி
absolute - தனிநிலை, தனிமுதல், சார்பிலா
absolute brightness magnitude - தனிப் பொலிவு பருமை
absolute hemianopia - முழுமையான அரைப்புலக் குருடு
absolute instruments - தனிநிலைக் கருவிகள்
absolute pressure - தனிமுதல் அழுத்தம்
absolute refractory period - தனிமுறிவுக் காலக்கூறு
absolute specificity - முற்று நியமம், முற்றுத்தனி நிலை
absolute state - தனிநிலை
absolute temperature - தனி வெப்பநிலை
absolute velocity - தனி விரைவு
absolute zero temperature - தனிச் (சார்பிலாச்) சுழி வெப்பநிலை
absorbant - உறிஞ்சும் பொருள்
absorption - உட்கவர்ச்சிஉறிஞ்சல்
abstract - நுண்ணிலை
abstract generalisation - நுண்ணிலைப் (அருவப்) பொதுமையாக்கல்
abstracting serials - சுருக்கக்குறிப்பு வரிசைத் தொகுப்புகள்
abundance ratio - செழிப்பு விகிதம், செழிப்புத் தகவு
abyssal benthic zone - பேராழப்படுகைப் பகுதி
abyssal zone - ஆழ்கடல் பகுதி
accelerating - முடுக்குதல்
acceleration due to gravity - ஈர்ப்பு முடுக்கம்
accelerator - முடுக்கி
accellerometer - முடுக்க அளவி
acceptance angle - ஏற்புக் கோணம்
acceptor - ஏற்பான், ஏற்பி
accessory (supernumerary) buds - துணை அல்லது கூடுதல்அரும்புகள்
accessory copulatory organ - துணைப்புணர் உறுப்பு
accessory hemiazygos - துணை அரை அசைகாஸ்
accessory mineral - அருகிய கனிமம்
accumulation - குவிதல்
accuracy - துல்லியம்
accurate - துல்லியமான
acetate fibre - அசெட்டேட் இழை
acetic anhydride - அசெட்டிக் நீரிலி
acetylation - அசெட்டைல் ஏற்றம்
acetyle value - அசெட்டைல் மதிப்பு
achalasia - உணவுக் குழல் தளர்ச்சி
acicular - ஊசித்தொகுப்பு வடிவ
acid - அமிலம்
acid absorber - அமில உட்கவரும் பொறி
acid anhydride - அமில நீரிலி
acid base balance - அமில, காரச் சமன்பாடு
acid-base indicator - அமில, காரக்காட்டி
acid chloride - அமிலக் குளோரைடு
acid halide - அமில ஹாலைடு
acidic igneous rocks – அமில அனற்பாறைகள்
acidic magma - அமிலப் பாறைக்குழம்பு
acidic oxide - அமில ஆக்சைடு
acidimetry - அமில அளவியல்

acidity- அமில வலிவு
acidophilic - அமில ஏற்புள்ள
acidoditic breathing - அமில மிகைவு மூச்சு
acidosis - அமில மிகைவு
ackerman steering - அக்கெர்மன் திருப்பமைப்பு
acoustic power - ஒலித்திறன்
acoustic range - ஒலி நெடுக்கம், ஒலி இடைவெளி
acoustics - ஒலியியல், ஒலிச் செயலியல்
acoustic signal - ஓசைக் குறிப்பலை
acoustic transducer - ஒலியியல் ஆற்றல் வடிவமாற்றி
acromegaly - அங்கப்பாரிப்பு
acromio dacicular - உச்சிக் காரை
acrylic fibres - அக்ரிலிக் இழைகள்
acting - செயல்படும்
actinide contraction - ஆக்டினைடு சுருக்கம்
actinomorphic - ஆரச்சமச்சீருடைய
action potential - செயல்திறன்
activated charcoal - கிளர் வூட்டிய கரி
activation energy - தூண்டல் ஆற்றல், செயற்படுத்தும் ஆற்றல்
activators - செயல்படுத்திகள்
active medium - ஒளிரும் ஊடகம்
active metabolism - செயல்மிகு வளர்சிதைமாற்றம்
active hydrogen - கிளர்வுற்ற ஹைடிரஜன்
activity, action - செயல்பாடு
actual - நடைமுறை, உண்மை
actual power - உண்மைத் திறன்
acuminater - நுண் கூர்மை
acupuncture - அலகு குத்தல்
acute - கூர்மையான
acute angle - குறுங்கோணம்
acute inflammation - திடீர் அழற்சி, தீவிர அழற்சி, கடுமழற்சி
acute vaginitis - தீவிர அல்குலழல், கடும் அல்குலழல்
acy'cic derivative - வளையமில்லாப் பெறுதி
adamantine lustre - வைர மிளிர்வு
adaptation - தகவமைப்பு
adaptab.lity - மாறுபாட்டுத் திறன், தகவமைப்புத் திறன்
adapters - துணைக்கூறுகள்
addict - பழக்க அடிமை
additional reaction - கூட்டு வினை, கூடுதல் வினை
addition of alkali - காரச்சேர்க்கை
additive material - கூட்டுப் பொருள்
adduct - கட்டு
adduction - உள்வாங்கல், உட்செல்லல்
adiabatic expansion - வெப்பமாறா விரிவு வெப்பம் ஊறா விரிவு
adiabatic reaction - வெப்ப மாற்றீடற்ற வினை
adipose tissue - கொழுப்புத் திசு
adiposity - கொழுப்பேற்றம்
adnate - பை ஒட்டிய நிலை
adrenal cortex - அண்ணீரகப் புறணி
adsorption - பரப்புக் கவர்ச்சி
adsorptive separation - உட்கவர்தல் வழியாகப் பார்த்தல்
adult - நிறைவுயிரி, வளருயிரி
adventitious root - வேற்றிடத்து வேர்
advise function - அறிவுரை சார்பு
aerator - காற்றூட்டி
aerial survery - வான் அளவேடுகள்
aerogenerator - காற்று மின்ஆக்கி
aeronautics - வானூர்தியியல்
aeronomy - வளிமண்டல இயல்
aerosols - வளிமக் கரைசல்
aerothermodynamics - காற்று வெப்ப இயங்கியல்
aesthetic - அழகியல்
aestivation - கோடையுறக்கம்
aetiology - கரணியல்
afferent fibres - ஏற்பு நரம்பிழைகள், உட்செல் நரம்பிழைகள்
afferent path way - உட்செல் நரம்புப்பாதை
afferent vessel - உட்செல் குழாய்
affinity - கவர் திறம்
after shaft - பின்கொத்திறக் கழைகள்
agents - முகமைப் பொருள்கள்
agglutination test - திரட்சி ஆய்வு
aging - முதிர்வு
agnatha - தாடையிலிகள்
agraded streams - ஆக்கவேலை ஆறுகள்
air bladder - காற்றுப் பை
air brush - காற்றுத் தூவி
air compressor - காற்று அமுக்கி
airconditioner - காற்றுப்பதனி, காற்றுப்பதனாக்கி
air dielectric - காற்று மின்காப்புப் பொருள்
air friction - காற்று உராய்வு
air friction damping - காற்று உராய்வு ஒடுக்கல்
air interceptor - காற்று மறிப்பான்
air life type pump - காற்றுயர்த்தல் வகை எக்கி
air seasoning - காற்றுப் பதப்படுத்தல்
air sinus - காற்றறை
air terminal - காற்று முனைக்கம்பி, காற்று ஈறு
alarm systems - எச்சரிக்கை அமைப்புகள்
albinism - பாண்டு நோய்
albuminometer - ஆல்புமின்மானி
a'bum:nuria - சிறு நீர் ஆல்புமின்
alcaptonuria - அல்காப்டன் நீரிழிவு
alchemist - இரசவாதி
alcoholysis - ஆல்கஹாலாற் பகுப்பு
aldol condensation - ஆல்டால் குறுக்கவினை
alexipharmic - நஞ்சு மாற்று மருந்து
aglae - பாசிகள்
algebraic - இயற்கணித

algebraic expression - இயற்கணிதக் கோவை
algebraic structure - இயற்கணிதக்கட்டமைப்பு
algebraic systems - இயற்கணித அமைப்புகள்
algebraic topology - இயற்கணித இடத்தியல்
algesia - அதிவலி உணர்மை
alidate - நேர்நோக்கி
alienated - பிறிதுபடுத்தப்பட்ட, அந்நியப்பட்ட
alimentary canal - உணவுப்பாதை
alkalemia - கார இரத்தம்
alkaline reserve - கார இருப்பு
alkalosis - காரமிகை
alkylating agents - அக்கைலேற்றிகள்
alkylation - அல்க்கைலேற்றம்
allergic reactions - மருந்து ஒவ்வாமை மாற்றம், ஒவ்வாமை எதிர்வினைகள்
allergy - ஒவ்வாமை
allotropy - புறவேற்றுமை
alloy - உலோகக் கலவை
alluvial - வண்டல்
alpha particle - ஆல்ஃபாத்துகள்
alpha scattering - ஆல்ஃபாச் சிதறல்
alpha waves - ஆல்ஃபா அலைகள்
alternate phyllotaxy - மாற்றிலையடுக்கமைவு
alternating current generator - மாறுதிசை மின் ஆக்கி, மாறு மின்னாக்கி
alternation of generation - தலைமுறை மாற்றம்
altimeter - உயரங்காட்டி
altitude effect - உயர விளைவு
alum - படிகாரம்
aluminium tanning or alum tanning - அலுமினியப் பதனிடல் அல்லது பரிகாரப் பதனிடல்
alveoli - சிற்றறைகள், நுண்பைகள்
ambidextrous - இருகைப் பழக்கத்தோர்
ambient heat - சுற்றுப்புற வெப்பம்
ambient temperature - சுற்றுப்புற வெப்பநிலை
ambulacral groove - வரிப்பள்ளம்
amebic cutis - அமீபத் தோலழற்சி
amebic dysentery - அமீப வயிற்றுளைவு
ameboid movement - அமீப இயக்கம்
amebic eyst - அமீப உறை
amenorrhoea - மாதவிடாயின்மை
amethyst - செவ்வந்திக்கல்
amination - அமினேற்றம்
amino aciduria - அமினோ அமில நீரிழிவு
ammeter - ஆம்பியர் அளவி, அம்மீட்டர்
ammonia print - நீலக்கோட்டுப் படி எடுத்தல்
ammonolysis - அம்மோனியாவாற் பகுப்பு
amniotomy - பனிக்குடம் கீறல்
amorphous - படிக உருவமற்ற
ampere-hourmeter - ஆம்பியர் மணி அளவி
amphibians - இருவாழ்விகள், நில, நீர் வாழ்விகள்
amphidexerity - இருகை ஆற்றல்
amphisymmetry - இருநிலைச் சமச்சீர்மை
ampholyte - ஈரியல் பகுளி
amphoterism - ஈரியல்புத் தன்மை
amplification - மிகைப்பு, ஈட்டம்
amplifier - மிகைப்பி, மிகைப்படுத்தி
amplitude - அலைவீச்சு, வீச்சு
amplitude modulation - வீச்சுக் குறிப்பேற்றம்
ampulla - பிதுக்கம்
amputation - அங்கம்வெட்டல், உறுப்புப் பிரிவினை
amsular planimeter - ஆம்சுலர் துருவப் பரப்பளவி
anaemia - இரத்தச் சோகை
anaerobic glycolysis - காற்றற்ற கிளைக்கோஜன் உடைப்பு
anaerobic streptococcus - ஆக்சிஜன் தேவையற்ற ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கள்
anaerobic bacteria - ஆக்சிஜன் வேண்டாப் பாக்டீரியாக்கள்
anaesthesia - உணர்வகற்றல்
anal fin - மலவாய்த் துடுப்பு
analogy - செயலொற்றுமை, ஒப்புமை
analysis - பகுப்பாய்வு
analyst - பகுத்தாய்பவர்
analytical - பகுப்பாய்வு நிலை
analytical chemistry - பகுப்பாய்வு வேதியியல்
analytic continuation - பகுமுறைத் தொடர்ச்சி
analytical instrument - பகுத்தறி கருவி
analytic geometry - பகுமுறை வடிவக்கணிதம்
analysis situs - இடப் பகுப்பாய்வு
anaerobic - காற்றில்லாமல்
anaerobic digestion - காற்றில்லாச் செரிப்பு முறை
anaphalse lag - பிரிநிலைப் பின்தங்கல்
anaphyzaxis - அதிவேக ஒவ்வாமை
anasarca - தோலடி நீர்க்கோவை
anatomical characteristics - உள்ளுறுப்புத்தன்மைகள் உடற்கூற்றுச் சிறப்பியல்புகள்
anatomy - உள்ளமைப்பியல், உடற்கூற்றியல்
anatropous - தலைகீழ்
anatropous ovule - தலைகீழ்ச் சூல்
anconeus - முழங்கைத் தசை
ancylostomiasis - கொக்கிப் புழு நோய்
androecium - ஆணகம்
android - ஆண் தன்மையுடைய
android pubis - ஆண்தன்மை இடுப்புக்குழி எலும்பு
androgens - ஆண்மை ஹார்மோன்கள்
anesthetic - மயக்க மருந்து
aneurysm - இரத்தநாள வீக்கம்
angina pectoris - மார்புவலி, ஆஞ்சைனா வலி
angle - கோணம்
angler fish - தூண்டில் மீன்

anglo sarcoma - இரத்தக்குழாய்க் கட்டிகள்
angular correlation - கோண ஒப்புறவு
angular difference - கோண வேறுபாடு
angular displacement - கோண இடப்பெயர்ச்சி
angular distribution - கோணப்பங்கீடு, கோணப் பரவல்
angular force - கோண விசை
angular measurement - கோண அளவு
angular momentum - கோண உந்தம்
angular momentum distribution - கோண உந்தப் பரவல்
angular speed - கோண வேகம்
anharmonic oscillator - இசைவற்ற அலைவி
anhydrous - நீரடங்கா, நீரிலா
animal power - விலங்கு வலிமை
anion - எதிர்மின் அயனி, எதிரயனி
anisogamy - உருவேறுபட்ட இனச் செல் இணைவு
anisotrophic band - வேற்றுப் பட்டைகள்
anistropic - சுழற்சித்திசைக்கு எதிர்த்திசை
annelida - வளைதசைப் புழுக்கள்
annulus - வலயம், வளையம்
annuals - ஒருபருவச் செடிகள்
ankle joint - கணுக்கால்
anode - நேர்மின் முனை
anomalous - பிறழ்ந்த
anophthalmosis - விழியின்மை
anorexia - பசியின்மை
anoxemia - ஆக்சிஜன் குறை இரத்தம்
anoxic anoxia - ஆக்சிஜன் அற்ற நிலை
antenna - உணர் கொம்பு, உணர்சட்டம்
antecedent drainage - முன்தோன்றிய வடிகால்கள்
anterior carpel artery - முன்புற மணிக்கட்டுத் தமனி
anterior horn - தண்டுவடத்தின் உட்புறக் கொம்பு
anteroposterior compression - முன்பின் அழுத்தம்
anterosuperior iliac spine - இடுப்பெலும்பின் மேல் முன்முனை
antennary gland - உணர்கொம்புச் சுரப்பி
anti acids - அமில எதிர்ப்பிகள்
antiallergic - ஒவ்வாமை எதிர்ப்பி
antibiotic ointment - நுண்ணுயிர்க்கொல்லிக் களிம்பு
antibiotics - நோய் உயிர்க்கொல்லிகள்
antibody - எதிர்பொருள் புரதம்
anti coagulant - இரத்த உறைவெதிப்பி
anticyclonic gyral - சூறாவளித்திருகு சூழல்
anti diuretic hormone - சிறுநீர்க்குறைவடிப்பி ஹார்மோன்
antigen - எதிர்பொருள் ஊக்கி
antihelmenthic - குடற்புழுக்கொல்லி
anti-icing agent - பனிக்கட்டி உருவாவதைத் தடுப்பான்
anti inflammatory drugs - அழற்சி நீக்கிகள்
antiknock - அதிர்ச்சி எதிர்ப்பி
antiknocking compound - எதிர் உள்வெடிப்புச் சேர்மம்
antiknock value - இடிப்புக் குறைப்பு மதிப்பு
antimatter - எதிர்பொருள்
anti-mercuric toking - பாதரச நஞ்சு தடுப்பான்
anti neutrino - எதிர்நியூட்ரினோ
anti node - முண்டு, எதிர்க்கணு
antioxidants - ஆக்சிஜனேற்ற தடுக்கும் பொருள்
anti parallel - எதிர் இணை
anti parallel spin - எதிர் இணை தற்சூழற்சி
anti particle - எதிர்மறைத் துகள்
antipyretic - காய்ச்சல் குறைப்பி
antique philosophy - தொன்மைத் தத்துவம்
antiseptics - சீழ் எதிர்ப்பிகள்
antismoking additive - புகைக்காத கூட்டுப்பொருள்
antisymmetry - எதிர்ச்சீர்மை
anti toxin - நச்செதிர்ப்பி
anti tussive - இருமலடக்கி
antivitamins - உயிர்ச்சத்து வினை எதிரிகள்
anti world - எதிர் உலகம்
anthropology - மானிடவியல்
antroctomy - ஆன்ட்ரம் எடுப்பு
anuria - சிறு நீரின்மை
anus - மலப்புழை
aorta - பெருந்தமனி, மகாதமனி
aorta opening - பெருந்தமனிப் பொந்து
aortic body - பெருந்தமனி முடிச்சு
aortic regurgitation - பெருந்தமனிப் பின்னொழுக்கு
apathy - உணர்ச்சியின்மை
aperture - துளைப்பரப்பு
aperiodic - காலமுறையற்ற, காலவட்டமற்ற
apetalous - அல்லி இதழ்களற்ற
aphelian - கதிர்ச்சேய்மை
aphid - அசுவுணி
aphotic zone - இருள்கவ்விய வட்டாரம், ஒளியற்ற பகுதி
apical dominance - நுனி ஆதிக்கம்
apical plate - முன்முனைத் தட்டு
apjove - வியாழ சேய்மை, வியாழச் சேய்மை
apogee - புவிச்சேய்மை, நிலக்கோளச்சேய்மை
apparent brightness magnitude - தோற்றப் பொலிவுத்தரம்
apparent direction - தோற்றத் திசை
apparent power - தோற்றத் திறன்
appendage - இணையுறுப்பு
appendicities - குடல் வால் அழற்சி

appendicular skeleton - இணையுறுப்பு எலும்புத் தொகுதி
appendix - குடல்வால்
appliance - பயனீட்டுக் கருவி, பயன் கருவி
applications - பயன்பாடு
applied - பயன்முறை
applied graphics - பயன்முறை வரைவியல்
applied mathematics - பயன்முறைக் கணிதம்
applied load - தருசுமை
approximate methods - தோராய முறைகள்
aptitude - இயல்பார்வம்
aquatic ecology - நீர்ச் சூழலியல்
aqueous - நீர்த்த
aquifier - நீர்ப்படுகை
arbitrary state - தன்னிச்சை நிலை, தற்போக்குநிலை
arch - வளைவு, கமான்
arch dam - கமான் அணை
archeozoic era - பழந்தொல்லுயிர் ஊழி
archibenthic zone - ஆழ்கடல் படுகைப் பகுதி
archipelago - தீவுக்குழு
arcturus - சுவாதி விண்மீன்
arenaceous rocks - மணிப்பரல் பாறைகள்
argillaceous rocks - களிமட்பாறை
argillaceous schists - களிசார் படலப் பாறைகள்
aril - விதையலகு
arius - கெளுத்தி
articular surface - இணையும் பரப்பு
armature - மின்னகம்
armed - முள்களையுடைய
armour - கவசம்
armure - அலைதோற்று ஆடை
arrythmias - நாடித்துடிப்பு மாறுபாடு
arteralgia - தமனி வலி
arterial anastomosis - தமனிப் பின்னல்
arteriography - தமனிக் குழல் வரைபடம்
artery - இதயவெளி இரத்த நாளம், தமனி
arthropoda - கணுக்காலிகள்
arthritis - முட்டிவீக்கம்
artificial - செயற்கை முறை
artificial radio activity - செயற்கைக் கதிரியக்கம்
artificial respiration - செயற்கைச் சுவாசம்
artificial satellite - செயற்கைக்கோள்
asbestos - கல்நார்
ascending lumbar veins - மேலேறும் வயிற்றுச் சிரை
ascending tracts - ஏறு நரம்புக் கற்றைகள்
asexual - பாலிலா
asexual reproduction - கலவா இனப்பெருக்கம்
aspect - கூறுபாடு
asphalt oil - கரிக்கீல்எண்ணெய்
assembly - பூட்டமைப்பு
associated - உடனிணைந்த
associated globin - சேர்மான குளோபின்
associated mineral - உடனமைந்த கனிமம்
associated state - சேர்க்கை நிலை, உடனமை நிலை
associative law - சேர்ப்பு விதி
assoriaration - விண்மீன் இணைப்பு
assumption - புனைகோள்
astable - நிலைப்பற்ற
astrigent - நீர் உறிஞ்சி
astronomer - வானியல் அறிஞர்
astronomical unit - வானியல் அலகு
astronomical survey - வானியல் அளக்கை
astronomy - வானியல்
astrophysics - வான் இயற்பியல்
astringent - மலமிறுக்கி, காரமான
asymmetrical tonic neck reflex - சீரற்ற விசையுள்ள கழுத்து அனிச்சை செயல்
asymmetric synthesis - சமச்சீர்மையிலாத் தொகுப்பு
a ymptote - அணுகுகோடு
asymptotic cone - அணுகுகோட்டுக் கூம்பு
asymptotic series - அணுகுகோட்டுத் தொடர்
athenosphere - பாறையடி மண்டிலம்
atheroma - இரத்தநாளத்தின் உட்சுவரில் ஏற்படும் துடிப்பு
atherosclerosis - தமனி இறுக்கம்
atherosis - குழல் கொழுப்புப் படிதல்
atlas - நிலப்படநூல்
atmosphere - வளிமண்டலம்
atom - அணு
atomic beam - அணுக் கற்றை
atomic bomb - அணுக்குண்டு
atomic clock - அணுக் கடிகை
atomic distintegration - அணுச் சிதைவுறுதல்
atomic emission spectrum - அணு உமிழ்வு அலை மாலை
atomic file - அணு, வினைகல அடுக்கு
atomic fission - அணுப்பிளவு வினை
atomic fission bomb - அணுப்பிளவுக் குண்டு
atomic fluorescent spectrum - அணு உடன் ஒளிர் அலை மாலை
atomicity - அணுக்கட்டு எண்
atomic mass unit - அணு நிறையலகு
atomic model - அணுப்படிமம்
atomic nucleus - அணு உட்கரு
atomic number - அணு எண்
atomic physics - அணு இயற்பியல்
atomic reactor - அணு உலை, அணுவினைகலன்
atomic spectra - அணு நிறமாலை, அணு அலைமாலை
atomic structure - அணுக் கட்டமைப்பு
atomic theory - அணுக் கொள்கை, அணுக் கோட்பாடு

atom smasher - அணு உடைப்பான்
atomic weight - அணு எடை
atrial cavity - நடுக்குழி
atrophy - எலும்பு மிருதுவாதல், எலும்புமெதுவுறல்
attachment - இணைப்பு
attenuation - அலைமெலிதல், மட்டுப்படுத்தல்
attenuation constant - மட்டுப்பாட்டு மாறிலி
attenuator - மெலிப்பி, மட்டுப்படுத்தி
atterberg's limits - அட்டர்பர்க் வரம்புகள்
attitude - மனப்பான்மை
attitude control - போக்கைக்கட்டுப்படுத்தல்
attraction type - ஈர்ப்பு வகை
attractive central force - ஈர்ப்பு நடுவிசை
attractive force - ஈர்ப்பு விசை
attrition - உரசல், தேய்த்தல்
audibility - கேள்திறன்
audio signal - கேளலை மின்குறிப்பு
audit - தணிக்கை
aureole - மாற்றவட்ட வளாகம்
auger drills - துரப்பணத் துளைக்கருவிகள்
auricle - ஏற்றறை, மேலறை
aurora - துருவ விண் ஒளி
autoclave - அழுத்த அனற்கலம்
autolysis - தன் முறிவு
automatic - தன்னியக்க
automatic control - தன்னியக்கக் கட்டுப்பாடு
automatic welding - தன்னியக்கப் பற்றுவைப்பு
automation - தானியங்கி
automorphic - தன்னுருவாக்க
autopilot - தன்னியக்க ஊர்தி ஓட்டி
autoracemisation - தாமாகவே இட்வலம்புரி நடு நிலைக்கலவை
autoregulation - தன் ஒழுங்கீடு
autosomal recessive gene - ஆட்டோசோமல் ஒழுங்கு நிலை மரபணு
autotomy - தன்னுறுப்பு முறிவு
autotrophs - தன் உணவாக்கிகள்
autumn - இலையுதிர் காலம்
auxcchromes - நிறம் பெருக்கிகள்
avenue - வளாகம்
average enrichment சராசரிச் செறிவூட்டம்
axes - அச்சுகள்
axes of symmetry - சமச்சீர்மை அச்சுகள்
axial - அச்சியலான, அச்சுவழி
axial angle - அச்சுக் கோணம்
axial blanket - அச்சு மேற்பரப்பு
axial placentation - அச்சுமுறை சூல் அமைவு, அச்சு முறையில் ஒட்டுதல்
axial plane - அச்சுத் தளம்
axial power distribution - அச்சியல் திறன் பரவல்
axial power peak - அச்சியல் உச்சத் திறன்
axial ratio - அச்சு விகிதம்
axial rods அச்சுக் கம்பிகள்
axial skeletion அச்செலும்புத் தொகுதி
axillary buds - இலைக்கோண மொட்டுகள்
axils - கோணங்கள்
axiom - அடிக்கோள்
axiomatic - அடிக்கோளியலான
axiomatic method - அடிக்கோளியல் முறை
axle - இருசு
axostyle - அச்சுக்கோள்
azimuth - அடிவானத்தொலைவு
azo dyes - அசோ சாயங்கள்
azygos knob - அசைகாஸ் மொட்டு
azygos lobe - அசைகாஸ் மடல்

B

bacillary dysentery - பேசில்லரி வயிற்றுளைவு
back flow - பின்பாய்வு
backhoe - பின்கொழு
back pitch - பின்புற இடைவெளி
back pressure - பின்னுதைப்பு அழுத்தம்
back scattering - மடங்கு சிதறல்
back tracking - வந்தவழிப் பின்னோக்கிச்செல் பின் பார்வையிடல்
bacteria - நுண்ணுயிர்க் கிருமிகள்
bactericide - நுண்ணுயிர்க் கொல்லி
bacteriologist நுண்ணுயிரியல் வல்லுநர்
bacteriuria - பாக்டீரியா நீரிழிவு
baking - அடுதல்
balanced nutrition - சமநிலைச்சத்துணவு
balanced plain weave - சம இயல்பு நெசவு
balancing machine - சமன்செய் எந்திரம்
balancing organ - சமநிலைப்படுத்தும் உறுப்பு
balancing rings - சமன்வளையங்கள், சமன்வலயங்கள்
balanitis - மொட்டழல்
balano posthitis - மொட்டு முன் தோலழல்
balls (maths) - சூழகங்கள்
banded agate - அணிவரி அகேட்டு
banded coal - சால்வரி நிலக்கரி, அணிவரிநிலக்கரி
banded gneiss - அணிவரிப் பாறை
bandsaw - பட்டைவாள்
bandsawing - வாள் அறுவை
bandwidth - அலைப்பட்டை அகலம்
bar - சட்டம்
barbel - உணர்இழை
barium meals x-ray - பேரியம் கதிர்வீச்சுப்படம்
barnacles - அலசிகள்
barometer - காற்றழுத்தம் காட்டி

barrier - எதிர்ப்புச் சுவர், அரண்
barrier diagram - அரண் விளக்கப் படம்
barycentre - ஈர்ப்பு மையம்
basal dressing - அடியுரமிடுதல்
basal ganglia - ஆழ்நிலைக் கருக்கள்
basal metabolic change - ஆழ்நிலைக்கரு வளர்சிதை மாற்றம்
basal or parietal placentation - அடித்தளமொட்டிய அல்லது சுவரொட்டிய அமைப்பு
basal pinacoid அடிஇணை வடிவமுகம், அடிஇணை வடிவப் பக்கம்
basal placentation - அடித்தளச் சூல்அமைவு
basal tissue - கீழ் இழையம்
base - அடிப்பகுதி
base electrode - அடிமின் முனை
base line - அடிக்கோடு
base or foundation yarn - அடிப்படை இழை
basic - கார
basicity - காரத்தன்மை, கார எண்
basic-oxide - கார ஆக்சைடு
basic premises - அடிப்படை முற்கூற்று
basic principle - அடிப்படைக் கோட்பாடு
basic rock - காரப் பாறை
basic seeds - ஆதாரவிதைகள்
basic strength - காரத்திறன்
basic weaves - அடிப்படை நெசவமைப்புகள்
basifixed - அடி ஒட்டிய நிலை
basin - நீர்நிலை, நீர்ப்படுகை
basi occipital bone - அடிப் பின்தலை எலும்பு
bat fish - வௌவால் மீன்
bath - தொட்டி
batholiths - பேராழப் பாறைகள்
bath tub - தோய்தொட்டி
bathythermography - ஆழ்கடல் வெப்பநிலைப் பதிவான்
battery - மின்கல அடுக்கு
b-axis - நெட்டச்சு இடை அதிர்வச்சு, b அச்சு
beach - கடற்கரை
bead - பாசி
bead hypothesis - மணிச்சர அமைப்புக் கருதுகோள்
beak - அலகு
beam - தூலம், கற்றை, விட்டம்
beam switching tubes - கற்றை இணைப்பு நிலை மாற்றுக்குழல்கள்
bearing - தாங்கி
bearing supports - தாங்கிக் குதிரைகள்
beat - அலைவிம்மல், அடிப்பு
beat detector - விம்மல் ஒற்றி
bedding plane - படுகைத் தளம்
bed rock - தளப்பாறை
behavioural changes - செயல்பாட்டு இயல்புகள்
behind - பின்னுள்ள
being - நிலவல், இருப்பு
belt - வார்ப்பட்டை, அரைக்கச்சை, பட்டை
belt drive - பட்டைமுறை ஓட்டு
benign tumours - உயிருக்குக்கேடு விளைவிக்காத கட்டிகள்
benthic region - அடித்தளப் பகுதி
berry - தீங்கனி
beta rays - பீட்டாக் கதிர்கள்
bias - ஒருஞ்சரிப்பு
biased - ஒருபக்கம் சார்ந்த
biaxial - ஈரச்சு
bibliography - துணைநூல் பட்டியல், நூலோதி
biceps brachii - புயத்தை மடக்கும் தசை, மேற்கை மடக்குதசை
bicuspid valve - ஈரிதழ் அடைப்பிதழ்
bidentate - இரு இடுக்கி
bifarious or distichous phyllotaxy - இருபக்க அடுக்கமைவு
big bang - அண்ட வெடிப்பு
bilabiate - இரு உதடுகளைக் கொண்ட
bilateral symmetry - இருபக்கச் சமச்சீரமைப்பு
bilious disorders - பித்தக்கோளாறுகள்
billets - பாளங்கள்
bimodal respiration - இரு சுவாச முறை
binaries - இரட்டையர்கள்
binary - இருமை
binary circuit - இருமை மின்சுற்றுவழி
binary fission - இருசமப்பிளவு
binasal hemianopia - இருபுற நாசி அரைப்புலக்குருடு
binding - கட்டடம்
binding energy - பிணைப்பாற்றல், கட்டாற்றல்
binding force - பிணைப்பு விசை
binding fraction - கட்டாற்றல் பின்னம்
binocular - இணை நோக்கி
binomial series - ஈருறுப்புத் தொடர்
bin system - தொட்டி அமைப்பு
bio assay - உயிரினச் சோதனை
biochemical reaction - உயிர்வேதியியல் வினை
biochemistry - உயிர் வேதியியல்
biocidal property - நுண்ணுயிர்கொல்லும் பண்பு
bio feed back - உயிரோட்டப் பின்னூட்டம்
biological control - உயிரிவழிக் கட்டுப்பாடு
biological shield - உயிரியற் கவசம்
biological yield - உயிரின விளைச்சல்
bioluminescence - உயிரின ஒளிவிடல்
biometry - உயிரினக்கால அளவியல்
biomass - உயிர்க்கூளம்
biomolecule - உயிரியல்மூலக்கூறு
bionics - உயிர்மின்துகளியல், உயிர்எலெக்ட்ரானியல்
biophysics - உயிர் இயற்பியல்

biopsy – உயிரிழைய ஆய்வு
biosphere – உயிர்க் கோளம், உயிர்மண்டிலம்
biosynthesis - உயிரியல் சேர்க்கை
biotic factors - உயிர்க் காரணிகள்
bipedal gait - இருகால் நடைப்பழக்கம்
bipedality - இருகால் நடைப்பழக்கம்
bipinnately compound leaf - சிறகமைப்புக் கூட்டிலை
bipolar electrodes – இருதுருவ மின்முனைகள்
bi refringence - ஒளி விலகல் எண் இடைவெளி
bisexual - இருபால்
bistable - இரட்டை நிலைப்பு
bitemporal hemianopia - இருபுறப்பொட்டுப்பகுதி அரைப்புலக்குருடு
biunique - இருமத்தன்மை
bivariate – இருமாறிகள்
black hole – கருந்துளை
black lava - கருப்பு எரிமலைக் குழம்பு
black molley - கருப்பு மோலி
black start - இருண்ட தொடக்கம்
b'ade - இலைத்தாள், அலகு
bladed structure - அலகுக் கட்டமைப்பு
blanket - மேலுறை
blast - தகர்ப்பு
b'astocoel - கருக்கோளக் குழி
blastomere - கருக்கோளச் செல்
blastulation - கருக்கோளமாதல்
bleaching agent - நிறம் நீக்கி
bleeding - இரத்த ஒழுக்கு
block – அச்சுக் கட்டை
block diagram - கட்ட விளக்கப்படம்
blocking - தடுப்பு
blocking oscillator - தடுப்பு அலைவு இயற்றி
blood circulation - இரத்த ஓட்டம்
blood cirulatory system - இரத்தச் சுற்றோட்ட மண்டலம்
b!ood fin - இரத்தத்துடுப்பு
blood group - குருதிப்பிரிவு
blocd indices - குருதி அளவீடுகள்
blood plasma - இரத்தப் புரத நீர்
blood p!atelets - இரத்தத்தட்டுகள்
b!ood pressure - இரத்த அழுத்தம்
blower, bellow - துருத்தி
blue gourami - நீலக் குராமி
blue print - நீலத்தாள் படி எடுத்தல்
boat form - படகுக்கட்டமைப்பு
bobbin - நூல்கண்டு
body segment - உடல் கண்டம்
body wall - உடற்சுவர்
boiler – கொதிகலன்
boiling water reactor – கொதிநீர் உலை

bombardment - தாக்குதல், மோதுதல்
bombarding partic!e - மோது துகள்
bombay duck - பம்பாய் வாத்து
bond - பிணைப்பு, கட்டு
bond line - பிணைப்புக்கோடு
bone cells - எலும்பு உயிரணுக்கள்
bone - marrow எலும்பு மஜ்ஜை
bone marrow cells - எலும்பு மஜ்ஜை உயிரணுக்கள்
bone meal - எலும்புச் சத்துணவு
bony plate - எலும்புத் தகடு
bony fishes - எலும்பு மீன்கள்
book lung - மூச்சேடு
boom - பெருஞ்சட்டம்
booster - மிகைநிரப்பி
border - ஓர அணி, எல்லை, விளிம்பு
boss - வட்டைப் பாறை
bottom entry அடிப்பகுதி நுழைவு
bottom feeder - அடித்தள உணவுண்ணி
boulder - குண்டுக்கல்
boundary operator - வரம்புச் செயலி
bounded - வரம்பிடப்பட்ட
bounding pulse - பித்தநாடி
bowed string instruments - வில்லதிர்வுக் கம்பி இசைக்கருவிகள்
brachial artery - புயத்தமனி, மேற்கைத் தமனி
brachialis - மேற்கைத் தசை
brachioradialis - மேற்கை ஆரைத் தசை
brachycephalic nature - சப்பைத்தலைத்தன்மை
brachiopoda - கைக்காலிகள்
brachy pinnacoid - குறுஇணைவடிவப்பக்கம்
break - பிளவு, உடை, முறி
bract - மலரடிச்சிதல்
bracteole - மலர்க்காம்புச்சிதல்
brachycardia - மெதுவான இதயத் துடிப்பு
brachydome - நெட்டச்சுக் குவிமாடம்
brain abscess - மூளைச் சீழ்க்கட்டி
brake - நிறுத்தும் அமைப்பு, நிறுத்து (பெயர்)
branched chain - கிளைத்தொடர்
branchial sac - செவுள் பை
branching - கிளைத்தல்
breaking elongation - அறுதல் நீட்சி
breakwaters - அலைதாங்கி
breathlessness, மூச்சுத் திணறல்
breccia - கூர்ந்திரளை
breeder core - அணுக்கரு உட்பகுதி, ஈனுலை
breeder reactor - உற்பத்தி உலை, ஈனுலை உள்ளகம்
breeder reactor - ஈனுலை
breeding - இனப்பெருக்கம்
breeding blanket - ஈனு போர்வை
breeding season - இனப்பெருக்கக் காலம்

bridge type ligands - இணைப்புப் பாலச் சூழினங்கள்
bright colour சுடர் நிறம்
brine shrimp - உவர் நீர் கூனிறால்
bristles - முள்ரோமங்கள்
broad ligament - தட்டையான அகன்ற பந்தகம்
broad ligament of the uterus - கருப்பையின் அகலத் தசைநார்
broadly ovate - அகன்ற முட்டை வடிவமான
bronchi மூச்சுக்குழல்கள்
bronchial asthma - மூச்சுக்குழல் ஆஸ்த்துமா
bronchitis - மூச்சுக்குழல் அழற்சி
bronchodilator - மூச்சுக்குழல் தசை இளக்கி
bronchus - மூச்சுக்குழல்
brooder - கருவளர்ப்புச்சாதனம்
brood pouch - கருவளர்ச்சிப்பை, கரு வளர்பை
brown - பழுப்பு
brush - சொடி
bubble chamber - குமிழியறை
bubonic plague - கவட்டை பிளேக்
buccal cavity - வாய்க்குழி
buccal diverticulum - வாய்க்குழி நீட்சி
buckling - குலைதல், நொறுக்குதல்
budding - மொட்டு ஒட்டுதல்
buffent - குழைவுத்தோற்றம்
buffers - சமனிகள் அல்லது தாங்கிகள்
buffer solution - தாங்கல் கரைசல்
buffer system - தாங்கல் முறை
building - கட்டிடம்
bulb type - கீழ்க்குமிழ்த்தூண்
bulk modulus - பருமன் மீட்சிக்கெழு
bulldozer - நிலச்சமன் எந்திரம்
bulletins - செய்தி இதழ்கள்
bulte - சிறு திண்ணை மேடு
bundle beam cursor - கொத்துக்கற்றைநகர்வரி
buoyancy - மிதக்கும் விசை
burner pulsation - அடுப்பின் துடிப்புகள்
busby syndrome - புஸ்பி நோய்த் தொகுதி
bush - பூண், உழல்வாய்
button holes - பொத்தான் துளைகள்
buttress dam - முட்டுச் சுவர்அணை
by encoding - முறைத்தொகுப்புச் செய்து
bypass procedures - மாற்று நெறி முறை
bypass surgery - இரத்தக்குழாய் மாற்றுச் சிகிச்சை
byproduct - துணைப்பொருள்
bysmalith - சிதை பெருங்குவிப்பாறை
cable - வடம்
cable tool - கம்பிவடக்கருவி
cables - மின்வடங்கள்
cacti - கள்ளிச் செடிகள்
cadastral survey - நில உடைமை அளக்கை
caecum - குடற்பக்க நீட்சி

caisson foundations - பெட்டிக்கிணறு அடிமானங்கள்
cake particle - அடைத் துகள்
calcareous doze - அசும்பு பாறை
calcination - நீற்றுதல்
calcium salt - கால்சியம் உப்பு
calculator - கணிப்பான்
calculus - நுண் கணிதம்
calculus of variation - வேறுபாட்டுக் கலனம்
calderan - எரிமலை இடுக்குவாய்
calibration - அளவீடு செய்தல்
calibration method - அளவீடு செய்யும் முறை
caliper - அளவன், இடுக்களவன்
calorimeter - வெப்ப அளவி
calyx - பூ இதழ் வட்டம், கோப்பை மடல்
calyx tube - புல்லி வட்டக்குழல்
cam - நெம்புருள்
camel crickets - ஒட்டகக் குட்டிகள், ஒட்டகப் பிள்ளைப்பூச்சிகள்
campanulate - மணி வடிவ
can - கிண்ணம்
canal rays - புழைக்கதிர்கள், கால்வழிக்கதிர்கள்
cancer, carcinoma - புற்றுநோய்
cancer cells - புற்றுநோய் உயிரணுக்கள்
cancer of the penis cell - சிசினப்புற்று, ஆண்குறிப் புற்று
candied peel - பதப்படுத்தப்பட்ட தோல்
canines - கோரைப் பற்கள்
canton - அதி ஊடை சாய்வரித்துணி
canyons - ஆழ்பள்ளத்தாக்குகள்
capacitances, capacitors, thin film - கொண்மங்கள், மென்படலவகை
capacitors - மின்கொண்மிகள்
capacity - கொள்ளளவு
capillary - நுண்புழை போன்ற
capillary tube - நுண்புழைக்குழாய்
cap screw - மேல்முனைத் திருகு
capsule - உறைக்கனி
capitulum - தலைமஞ்சரி
capture reaction - சிறை வினை
car - சிற்றுந்து
carapace - மேற்பெருந்தகடு
carbon - கரிமம்
carbonaceous - கரி மாசுகள்
carbon cycle - கரிவட்டம்
carbon dyes - கார்போலான் சாயங்கள்
carbonic acid - கார்பானிக் அமிலம்
carbon ion - கரிம எதிர்மின் அயனி
carbonium ion கார்போனியம் அயனி
carbon paper - கரிபடிதாள்
carbuncle - இராஜப் பிளவை
carburettor - எரிவளிகலப்பி
carcinoma - புற்றுநோய்

cardiac apex - இதயக் கீழ் முனை
cardiac arrest - இதயஓட்டத் (இயக்கத்) தடை, இதயம் நின்றுவிடுதல்
cardiac failure - இதய அயர்வு, இதயத் தளர்வு, இதய நிறுத்தம்
cardiac muscle - இதயத் (நெஞ்சகத்) தசை
cardiac pace makers - இதயத்தூண்டு கருவி
cardiac stimulant - இதயக் கிளர்ச்சி மருந்து
cardinal point - தலையாய புள்ளி
cardiogenic shock - இதயமூல அதிர்ச்சி
cardiograph - இதயத் துடிப்பு வரையும் கருவி, நெஞ்சலைவரை
cardioid - நெஞ்சக வளை
cardiologist - இதயசிகிச்சை வல்லுநர்
cardiopathy - இதயச் செயல்திறன் இழப்பு
cardiophone - இதய ஒலிபேசி
caries - சூம்புதல்
carnivora - ஊனுண்ணிகள்
carona discharge - ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம்
carrier frequency - ஊர்தியலை அலைவெண்
carriers - தாங்கிகள், ஏந்திகள், ஊர்திகள்
carrier wave - ஊர்தியலை
cartesian product space - கார்ட்டீசியன் பெருக்கல் வெளி
cartilage - குருத்தெலும்பு, முகிழ்எலும்பு
cartilaginous joint - மிருது மூட்டு, மென்மூட்டு
cartographer - நிலப்படவியலாளர்
cartography - நிலப்படவியல்
cartridge seal - அடைக்கூடு அடைப்புகள்
car wheel - பெட்டிச் சக்கரம்
cascade - தொடரடுக்கு அருவி
cascaded cycle - ஓடை அடுக்குச் சுழல்கள்
cascade process - ஓடையடுக்கு நிகழ்வு
cascading - ஓடைமுறையில் இணைத்தல்
case (print) - அச்சறைப்பெட்டி
case history - நோய் வரலாறு
casing - மேலுறை
cast iron - வார்ப்பு இரும்பு
CAT (computerised axial tomograph scan) - மூளை உருப்பெருக்கக் கணிபொறி
cataclastic fabric - உடைதிரள் திண்மை
catalytic cracking - வினையூக்கச் சிதைத்தல்
catalyst - வினையூக்கி
cataract - பேரருவி
catarrhal bronchitis - சளி இருமல் மூச்சுக்குழல் அழற்சி
category - வகையினம், அடிநிலைக்கூறு
cathode - எதிர்மின்முனை
cathode ray oscillograph - எதிர்மின் கதிர் அலைவு வரைவி
cation - நேர் மின் அயனி
catkin - பூனை வால் மஞ்சரி
caudal vertebra - வால் முள்ளெலும்பு
caudate - நீள் கூர்முனை உடைய
caudate acuminate - நீள் நுனிக்கூர்மையான
cauline buds - தண்டு அரும்புகள்
causative - நோய்க்காரணி
cause and effect - காரணமும் விளைவும்
caustic soda - எரி சோடா
cavernus - கணக்கற்ற சிற்றிடங்கள்
cavity - குழிவு
cavity resonator - குழிவு ஒத்திசைப்பி
c-axis - குற்றச்சு, c அச்சு
ceblate ellipsoid - அச்சுக் குறுக்கு நீள்கோளம்
celestial body - விண்பொருள்
celestial equator - விண் நடுவரை
celestial equator plane - விண்நடுவரைத் தளம்
celestial horizon - விண் அடிவானம்
celestial object - விண் பொருள்
celestial pole - விண் துருவம்
celestial sphere - விண் கோளம்
cell - உயிரணு, செல்
cellular cytoplasm - உயிர் வேதி நீர்மம்
cell division - உயிரணுப் பகுப்பு
cellular oxidation - உயிரணுக்களின் ஆக்சிஜனேற்றம்
central artery retina - விழியடிக் கரும்பட்ல் நடுத் தமனி
central disc - மையத்தட்டு
central force - மையவிசை
central field approximation - மையப்புலத் தோராயம்
central heating system - மைய வெப்பமூட்டும் அமைப்பு
centre frequency - நடுஅலைவெண்
centre limp - நடு நுக்கம்
cenozoic era - கடை உயிரூழி, புத்துயிர் ஊழி
centre of gravity - புவி ஈர்ப்பு மையம்
centre of symmetry - சமச்சீர்மை மையம்
centrifugal force - மையவில்க்கு விசை
centrifuge - மையவில்க்கி
centro ymmetry - மையச் சமச்சீர்மை
centrum - மையகம்
cephalopods - தலைக்காலிகள்
cephalo thorax - தலை மார்புப்பகுதி
cepheid - ஒளிரும் விண்மீன்கள்
ceramic - பீங்கான், வெங்களி
cerebral atrophy - மூளைச்சுருக்கம்
cerebral cortex - பெருமூளைப் புறணி
cerebral thrombosis - மூளை இரத்த உறைவு
cerebral ventricle - மூளை உள்ளறை
cerebro spinal fluid - மூளைத் தண்டுவட நீர்

cerebro spinal fluid test - மூளைத் தண்டுவட நீர்ம ஆய்வு
cerebrum - பெருமூளை
certified seeds - சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள்
cervical vertebra - கழுத்து முள்ளெலும்பு
cetane number - சீட்டேன் எண்
chagas disease - சாகாஸ் நோய்
chain - சங்கிலி
chain reaction - சங்கிலித் தொடர்வினை
chain structure - தொடர் கட்டமைப்பு
chancroid soft sore - மென்கிரந்தி
change of viscosity theory – பாகுத்தன்மை (பிசுப்பு) மாற்றக் கொள்கை
channel deposit - ஆற்றோரப் படிவு
characterisation - தன்மையறிதல், சிறப்பியல்பு
characteristic impedance - தற்சிறப்பு மறிப்பு
characteristics - சிறப்பியல்புகள்
charge - மின்னூட்டம்
charged cloud - மின்னூட்ட மேகம்
charge distribution - மின்னூட்டப் பகிர்வு
charge separation - மின்னூட்டப்பிரிவு
charge symmetry - மின்னூட்டச் சீரமைவு
charge to mass ratio - மின்னூட்ட - பொருண்மை - தகவு
charm - கவர்ச்சி, வியன்
chart - அட்டவணை
chasis - முடுக்குச் சட்டம
chassis - அடிமனை, படல்
checking devices - சரிபார்ப்புக் கருவிகள்
cheek pouch - கன்னப் பை
chelate complexes - இடுக்கிச் சேர்மங்கள்
chelate effect - இணைப்பு விளைவு
chelating ability - இடுக்கி இணைப்புத்திறன்
chelating agent - இணைப்பு வினைபொருள், கொடுக்கிணைப்பு வினைபொருள்
chemical bond - வேதியியல் பிணைப்பு
chemical composition - வேதியியல் உட்கூறு
chemical compound - வேதியியல் சேர்மம்
chemical effect - வேதியியல் விளைவு
chemical pollution - வேதியியல் மாசு
chemical shift - வேதியியல் நகர்வு
chine chene - பாவு அச்சுத்துணி
chips - சில்லுகள்
chi-yu-hua - உயிராற்றல் கோட்பாடு, சியூஹா
chlorinating agent - குளோரினேற்றி
chloromethylation - குளோரோமெதில்ஏற்றம்
chlorophyll - பச்சையம்
choloroplast - பசுங்கணிகம்
choanocytes - குவளைச் செல்கள்
choke - மின்னடை
choke flanges - அடை இணைப்புப் பொருந்திகள்

chocking coil - தூண்டு சுருள், மின்னடைசுருள்
cholecystogram - பித்தப்பை வரை
chondrocranium - குருத்தெலும்பு மண்டைப்பகுதி
chondro sarcoma - குருத்தெலும்பு உண்டாக்கும் கட்டிகள்
chordates - முதுகுத் தண்டுள்ளவை
chromatogram - நிறவரைபடம்
chromatography - நிறச்சாரல் பிரிகை
chrome yellow - குரோமிய மஞ்சள்
chromium tanning - குரோமியப் பதனிடல்
chromophobe - நிறவெறுப்புள்ள
chromphoric groups - நிறந்தாங்கித் தொகுதிகள்
chronic - நாட்பட்ட நீடித்த
chronic arachnoiditis - நாட்பட்ட நூலாம்படை உறை அழற்சி
chronic inflammation - நீடித்த அழற்சி
chronometer - துல்லிய கடிகாரம்
circle - வட்டம்
circle of inversion - தன்மாற்று வட்டம், தலைகீழ் வட்டம்
circuit - சுற்றுவழி
circuit breaker - சுற்றுவழிப் பிரிப்பி
circuit elements - சுற்றுவழி உறுப்புகள்
circular function - வட்டச் சார்புகள்
circular muscles - வட்டத் தசைநார்கள்
circular muscles - வட்டத் தசைநார்கள்
circular orbit - வட்டப்பாதை, வட்டவட்டணை
circular polarisation வட்ட முனைவுறல்
circulation – சுற்றோட்டம்
circulatory system - சுற்றோட்ட மண்டலம்
circum centre - சுற்றுவட்ட மையம்
circumduction உட்சுழற்றல்
circumference - வட்டப்பரிதி
cirrhosis of liver - கல்லீரல் அரிப்பு நோய்கள், கல்லீரல் சுருக்கம் அல்லது கரணை
ciliary movement - குறு இழை அசைவு, குற்றிழை இயக்கம்
claddant - அணிவிப்புப் பொருள்
cladding - பொதி காப்பு
cladophyl - ஒத்த தண்டுகள்
clamping circuit - தடுப்புச்சுற்றுவழி
clamshell – இடுக்குவாளி
clamshell type machine - இடுக்குவாளி எந்திரம்
class - வகுப்பு
classical - செந்நிலை
classical aerodynamics - செந்நிலை காற்றியங்கியல்
classical diffusion - இயல்பான ஊடுருவல்
classical fluid mechanics - செந்நிலைப் பாய்ம இயக்கவியல் பழங்கால இயக்கவியல்
classical music - மரபிசை
classical quantum theory - பழங்குவாண்டம் கொள்கை

classification - வகைப்பாடு
classification of igneous rocks - பாறைகள் வகைப்பாடு
classification of science - அறிவியல்களின் வகைப்பாடு
clay crucible - புடக்குடுவை
claw - கூர்நகம்
clearance fit - இடைவெளிப் பொருத்து
cleavage - பிளவு
climatology - காலநிலையியல்
climber - ஏறுகொடி, பற்றுகம்பி, படர்கொடி
clinoaxis - சரிவான அச்சு
clino pinnacoid - சரிவிணைவடிவப் பக்கம்
clinometer - சரிவளவி, சாய்கோணமானி
clippers - தறிப்பிகள்,
clipping - வெட்டல், தறித்தல்
clipping circuits - தறிக்கும் சுற்றுவழி
clips - பிடிப்பு ஊக்கு
cloaca - பொதுப்புணர்ச்சிக் கழிவறை
clock wise - வலஞ்சுழி
closure - அடைப் பண்பு
cloud chamber - முகிலறை
cloud point - பனிப்படல நிலை
club foot - பிறவியில் வளைந்த பாதம்
clusters of galaxy - பால்வழி மண்டல முடிச்சுகள்
clutch - உரசிணைப்பி
coagulation - கூழ்மமாதல், திரள்தல்
coal fired plant - நிலக்கரி எரிவிப்பு நிலையம்
coal tar - நிலக்கரித்தார்
coarse aggregate - பருத்திரள்
coarse error - பருநிலைப் பிழை
coarse grain - பரும்பரல், பருமணி
coastal - கடலோர
coated - பூசப்பட்ட
coatings - பூச்சுகள்
coaxial - அச்சொன்றிய
coaxial cable - அச்சொன்றிய வடம்
coaxial lines - அச்சொன்றிய தொடர்கள்
cobble - பரளை
coccidiosis - காக்சீடியா நுண்ணுயிர் நோய்
cocoon - புழுக்கூடு
codatai - அனைத்துலக அறிவியல் தொழில் நுட்பச் செய்திக் குழு
code - விதிமுறை
coded - முறை ஏற்றிய, முறை தொகுத்த
coefficient - கெழு
coefficient of discharge - வெளியேற்றக் கெழு
coefficient of friction - உராய்வுக் கெழு
coelenterata - குழியுடலிகள்
coelenteric system - குழியுடல் தொகுப்பு
coelenteron - குழியுடல், வயிற்றுக்குழி
coelom - உடற்குழி
coelomic cavity (coelom) - உடற்குழி
coelomic sac - உடற்குழிப் பை
cofactor - இணைக்காரணி
coffer fish - பேழை மீன்
cognition - அறிதல்
cognition and thought - அறிதல் மற்றும் சிந்தனை
cognitive activity - அறிதல் செயல்பாடு
cognitive process - அறிதல் நிகழ்வு
cognitum - அறிபொருள்
coherence - ஒருங்கிணைவு
coil - சுருள்
coil contact - சுருள் தொடுகை
coil pitch - சுருள் இடைவெளி
coil side - சுருள் பக்கம்
coil span - சுருள் இடைவெளி
coincidence amplifier - ஒன்றும் மிகைப்பி
coitus - கலவி
cold plasma - குளிர்ந்த ப்ளாஸ்மா
cold sawing - தண் அறுவை
coleoptile - புல்கருத்தண்டு உறை
collateral - ஒருங்கமைந்த
collector - ஏற்புமுனை, திரட்டி
collective behaviour - கூட்டியக்கம்
collective force - கூட்டுவிசை
collective model - தொகுப்புப் படிமம்
collector contact - திரட்டித் தொடுகை
collimated - இணையாக்கப்பட்ட
collision - மோதுகை
colloid - கூழ்மம், நொய்மம்
colloidal - கூழ்ம, நொய்ம
colloidal particle - கூழ் பிரிகை நிலைத் துகள்
colloid mill - அரைப்பு ஆலை, கூழ்ம ஆலை
colonial organism - கூட்டுயிரி
colony - கூட்டுயிரி
colour - வண்ணம்
colour hypothesis - நிறப்புனைவுகோள்
colourimetry - நிறஅளவை
colour proving - நிறம் எண்பித்தல்
colour reproduction - வண்ண மீளாக்கம்
colour scanner - நிற அலகிடுவான்
colour vision - நிறப் பார்வை
column - நிரல், கலம்
columnar - தூண்வடிவ
column vector - நிரல் திசையன், கலத்திசையன்
combed cotton - சீர்பருத்தி
combed sateens - சீவிய ஒள்பட்டு
combination - சேர்மானம்
combinatorial topology - சேர்மான இடத்தியல்
combined harvester - கூட்டு அறுவடை எந்திரம்

combing - சீவல், சீவுதல்
combustible device - எரியும் கருவி
combustion chamber - எரிக்கும் அறை
combustion cylinder - எரிஉருளை
combustion space - எரிவெளி
combustor - எரிப்பி
comet - வால் விண்மீன்
command station - கட்டளை நிலையம்
communication - செய்தித் தொடர்பு, தகவல் தொடர்பு
communication system - செய்தித் தொடர்பு அமைப்பு
commutation - திரட்டல்
commutation rules - பரிமாற்று விதிகள்
commutator - திரட்டி
commutator pitch - திரட்டி இடைவெளி
comparison method - ஒப்பீட்டு முறை
compartments - மடல்கள்
compass survey - காந்தவட்டை அளக்கை
compensating coil - ஈடுசெய் சுருள்
compensation - ஈடுசெய்தல்
compensation depth - ஈடுசெய் ஆழம்
complementary angles - நிரப்புக் கோணங்கள்
complement minor - நிரப்புச் சிற்றணிக்கோவை
complex ion - அணைவு அயனி
complex part - கலப்புப் பகுதி
complex plane - கலப்புத் தளம்
complex region - கலப்பு வட்டாரம்
complex spectrum - கலப்பு அலைமாலை
complex variable - கலப்பெண் மாறி
complex wave - கலப்பலை
components - கூறுகள், உறுப்புகள்
composite cable - கூட்டு வடம்
composition - உட்கூறு
composition of type - அச்சுக் கோத்தல்
compound - சேர்மம்
compound eyes - கூட்டுக் கண்கள்
compound leaf - கூட்டிலை
compound scattering - கூட்டுச் சிதறல்
compound type - சேர்ம முறை
compressed - அமுக்கிய
compressed air - அமுக்கக் காற்று
compressibility - அமுக்கத்தன்மை
compression - அமுக்கம்
compression ratio - அமுக்கவிகிதம்
compressor - அமுக்கி
computation of curves - வளைபரப்புகள் கணித்தல்
computation of lines - கோடுகள் கணித்தல்
computer - கணிபொறி
computerised tomography கணிபொறி ஊடுகதிர் உள்ளுறுப்புப் படம்
computer programming - கணிபொறி வழித்திட்டமிடல்

concave - தொட்டி, குழி
concentrated waste - செறிவூட்டப்பட்ட கழிவு
concentration - செறிவு
concentration intensity - செறிவு
concentric-ஒருமைய, பொது மைய, மையமொன்றிய
concept - கருத்து, கருத்துருவம்
conchoidal fracture - சங்கு முறிவு
conchoidal lustre - சங்கு மிளிர்வு
concrete - கற்காரை
concrete, stereo - பரு
condensate - செறிபொருள்
condensation - குறுக்கம், செறிதல்
condensation reaction - குறுக்க வினை
condenser - செறிகலன்
condenser paper - கொண்மித்தாள்
conditioned relfex, acquired reflex - பழக்கு அனிச்சை செயல்
conditioned stimulus - பழக்குத் தூண்டல்
conductivity - கடத்தும் திறன், கடத்துமை
conductivity method - மின்கடத்துதிறன் முறை
conductor - மின்கடத்தி
cone - கூம்பு
cone sheet கூம்புத் தகட்டுப் பாறை
configuration - வடிவ அமைப்பு
configuration interaction - உருவ அமைப்பு இடைவினை
configuration space - அமைப்பு வெளி
confluent - ஒருங்கிணைந்த
conformal mapping - வடிவொத்த வரை
confrontation test - எதிர்முகப்படுத்தும் ஆய்வு
congeal - மறைநிலை
congenital anomaly - பிறவிக் குறைகள்
congenital cardiac abnormalities - பிறவி இதயக் கோளாறுகள்
congenital deafness - பிறவிச் செவிடு
congenital disorders - பிறவிக் கோளாறுகள்
congenital haemolytic anaemia - பிறவி இரத்த அழிவு இரத்தச் சோகை
congenital renal tubular acidosis - பிறவிச் சிறுநீரகக் குழல் அமிலமிகை
conglomerate - உருள்திரளை
congo red - காங்கோ சிவப்பு
congo red dye - காங்கோச் சிவப்புச் சாயம்
conical teeth - கூம்புப் பற்கள்
conics - கூம்பகவியல்
conic section - கூம்பு வெட்டு முகம்

coniferous forest - கூம்புத் தாவரக் காடுகள் ஊசியிலைக் காடுகள்
conjugated amino acida - சேர்ம அமினோ அமிலங்கள்
conjugated axis - இணை அச்சு
conjugate base - துணைக் காரம்

conjuntctivitis - இமை இணை அழற்சி
connected - இணைந்த
connected set - இணைத்த கணம்
connecting rod - இணைப்புத் தண்டு
connection - இணைப்பு
connective - மகரந்தப்பை இணைப்பு
connective tissue - இணைப்புத் திசு
consciousness - நினைப்பு
consensus - பொதுக்கருத்தேற்பு
consequent stream - சாய்வோடு செல்லும் ஆறு
conservation philosophy - வளக்காப்புக்கோட்பாடு
consistancy - திண்மை
constant - மாறிலி
constellation - விண்மீன்குழு
constrictive pericarditis - வெளிப்புற இதய இறுக்க அழற்சி
construction - கட்டுமானம்
constructive method - கட்டுமானமுறை
consumers - நுகர்வோர்
consuming - துய்த்தல், நுகர்தல்
consumption - நுகர்வு
contact - தொடுகை
contact area - தொடுகைப் பரப்பு
contact aureole - தொடுகை மாற்ற வட்ட வளாகம்
contact metamorphic rocks - தொடுகை உருமாற்றப் பாறைகள்
contact resistance - தொடுதடை
contact surface - தொடுகைப் பரப்புகள்
container - கொள்கலம்
containment structure - கொள்ளும் கட்டமைப்பு
contaminant - மாசுபடுத்தும் பொருள், மாசு
continental drift - கண்ட நகர்வு
continued fraction - தொடர் பின்னம்
continuous - தொடர்ச்சியான
continuous guide tube - தொடர்ந்து இயக்கு குழாய்
continuous space - தொடர்நிலை வெளி
continuum - தொடர்மம்
contour - சமஉயரக்கோடு, ஒருயரக்கோடு
contour sawing - உருவ அறுவை
contracted pelvis - சுருங்கிய இடுப்புக்குழி
contractibility - சுருங்கும் தன்மை, சுருங்குமை
contractile vacuole - சுருங்கு குமிழி
contraction theory சுருக்கக் கோட்பாடு
control - கட்டுப்படுத்தல், கட்டுப்பாடு
control force - கட்டுப்பாட்டு விசை
controlling - கட்டுப்படுத்துகை
controlling torque - கட்டுப்படுத்தும் திருக்கம்
control mechanism - கட்டுப்பாட்டு இயங்கு அமைப்பு
control of coupling - இணைப்புக் கட்டுப்பாடு
control systems - கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள்

contusion - உட்காயம்
convection - வெப்பச்சுழல்
convergent evolution - குவிபரிணாமம், குவி படி மலர்ச்சி
convergent series - குவியும் தொடர்
converter - நிலைமாற்றி
converter reactor - மாற்றும் உலை
convex lens - குவி வில்லை
conveyor type - சுமந்துசெல்லி வகை
coolant - குளிர்பொருள்
coolant cross flow - குளிர்பொருள் குறுக்குப்பாய்வு
cooling fins - குளிர்விக்கும் இறகு
cooling fluid - குளிர்த்தும் நீர்மம்
cooling tower - குளிர்த்தும் கோபுரம்
coordinate - ஆயம்
coordinate bond - அணைவுப் பிணைப்பு, ஈதல் பிணைப்பு
coordination - அணைவு, ஒருமுகப்படுத்துகை, ஒருங்கிணைத்தல்
coordination chemistry - அணைவு வேதியியல்
coordination compound - அணைவுச் சேர்மம்
coordination number - அணைவு எண்
coordinatograph - ஒருங்கிணைப்புவரை
copolymers - ஒத்த பல்லுறுப்பிகள்
copper bars - செம்புச் சட்டங்கள்
copper clad steel - செம்புறை போர்த்த எஃகு
copper losses - செம்பு இழப்புகள்
coppice - அடிமரம்
coral - பவளம்
coralloidal - பவளவகை
coral spot disease - பவழப்புள்ளி நோய்
core - உள்ளகம், அக்டு
core configuration - உள்ளக வடிவ அமைப்பு
core electron - கரு எலெக்ட்ரான்
coreless - உள்ளகமற்ற
core plate - உள்ளகத்தட்டு, உட்பகுதித் தட்டு
core reactor - உலை உள்ளகம் ,உள் உலை
core yarn - அகட்டு நூல்
corolla tube - அல்லி வட்டக்குழல்
corona - வளரிவட்டம்
coronary artery heart disease - இதயத் தமனி இதய நோய்
corpuscular radiation - துகளியல்புக் கதிர்வீச்சு
corpus spongiosum - பஞ்சுபோன்ற உறுப்பு
correction - திருத்தம்
correlation - ஒட்டுறவு
corrosive - கரிக்கக்கூடிய
corrugations - நெளிவுகள்
cortex - புறணி
cortical layer - புறணியடுக்கு
cosmic ray - அண்டக் கதிர்

cosmic space - அண்ட வெளி
cosmic theory - அண்டக் கோட்பாடு
cosmogeny - அண்டப் பிறப்பியல்
cosmology - அண்டவியல்
cotyledon - வித்திலை
counter - எண்ணி
counterbalanced - சமநிலையாக்கி
counterclockwise - இடஞ்சுழி
counter current action - எதிர்பாய்வுச் செயல்
counter shaft - மாற்று அச்சுத்தண்டு
counting circuits - எண்ணும் சுற்று வழிகள்
count of n - n எண்ணிக்கை
couple - இரட்டை
country rock - சூழற்பாறை
coupling - இணைப்பு, பிணிப்பு (மின்)
coupling constant - இணைப்பு மாறிலி, பிணிப்புமாறிலி
coupling loops - பிணிந்த கண்ணிகள்
coupling reaction - இணைப்பு வினை
courtship - காதலூடாட்டம், புணர்ச்சி
covalent bond - சகப் பிணைப்பு இணை பிணைப்பு
covalent compounds - இணைப்புச் சேர்மங்கள்
cover - மூடி
cover flanges - மேற்கூடு அணைப்புப் பொருத்திகள்
covering slab - மூடு பலகம்
cover nuts - மூடி மரைகள்
cow fish - பசுமீன்
crab nebula - நண்டு நெபுலம், நண்டு ஒண்முகில்
crack - முறிதல்
crane - பளுதூக்கும் கருவி, ஓந்தி, ஏந்தி
crane hoist - ஏற்று ஓந்தி, ஏற்று ஏந்தி
cranium - மண்டைப் பகுதி
crank and connecting rod - வணரி, இணைப்புத் தண்டு
cranks and links - வணரிகள், பிணைப்புகள்
crank shaft - வணரித் தண்டு
crawler - உருள்தடம்
cream - முகப் பசை
creative - படைப்பு
creep - ஊர்தல்
crepe - சுதுக்கம்
crepe back satin - சுதுக்க ஊடை ஒன்பட்டு
crest - முகட்டுப்பகுதி
crest gate - உச்சக் கதவு, முகட்டுவாயில்
cretaceous - சுண்ண ஊழி, கிரெட்டேசிய
crimson - குருதிச் சிவப்பு
crinoids - மகுடமுள் தோலிகள்
criterion - உரைகல், உரைமுறை
critical - உய்ய
critical analysis - நுண்ணாய்வுப் பகுப்பு
critical density - நிலைமாறு அடர்த்தி, உய்ய அடர்த்தி
critical heat flux - உய்ய வெப்பப் பெருக்கு
critically - உய்யநிலையாக
critical mass - உய்யப் பொருண்மை
critical pressure - மாறுநிலை அழுத்தம், உய்ய அழுத்தம்
critical state - உய்ய நிலை
critical temperature - மாறுநிலை வெப்பநிலை, உய்ய வெப்பநிலை
crossing over - குறுக்கெதிர் மாற்றம்
crooked - நெளிவுள்ள
crop - தீனிப்பயிர்
crosshead - குறுக்குத்தலை
cross section - குறுக்குவெட்டு
crude oil - பாறை எண்ணெய், இயற்கை நில எண்ணெய்
crus - தண்டு
crust - புவிமேலோடு; புவிப் புறணி
crustacians - ஓட்டுடலிகள்
cryogenic fuel - தாழ்வெப்பநிலை எரிபொருள்
cryogenic liquid - தாழ்வெப்ப நிலை நீர்மம்
crypto - மிகுநுண்
cryptogamic plants - பூவாத் தாவரங்கள்
crystal axis - படிக அச்சு
crystallography - படிக விளக்கவியல்
crystal defect - படிகக் குறைபாடு
crystal detector - படிக ஒற்றி
crystallisation - படிகமாக்கல் படிகமாதல்
crystallites - நுண்ணிய படிகத்துகள்,
crystallographic coordinates - படிக விளக்க ஆயமுறை
crystallography - படிக விளக்கவியல்
crystals - படிகங்கள்
crystal structure - படிகக் கட்டமைப்பு
crystal symmetry - படிகச் சமச்சீர்மை
crystal system - படிகத் தொகுதி
cube - முப்படி
cubic metre - பருமீட்டர்
cuspidate - கூழ்முனைவடிவ
cud - கவளம்
culture medium - வளர்ப்பு ஊடகம்
culverts - சிறுபாலங்கள்
cumulative frequency polygon - குவிவு அலைவெண் பலகோணம்
cumulative percentage - கூட்டல் விழுக்காடு, தொகு கூட்டல் விழுக்காடு
cumulative yield - தொடர் விளைச்சல்
cuneate - ஆப்பு வடிவான
cupuliform - கோப்பை வடிவ
curl - சுருட்டை, சுருள்
current - மின்னோட்டம்

current coil - மின்னோட்டச்சுருள்
current density - மின்னடர்த்தி
curvature - வளைமை
cusp - பல்முகடு
cut off frequency - வெட்டு அலைவெண்
cut off length - வெட்டு அளவு
cut off sawing - துண்டு அறுவை, வெட்டு அறுவை
cut off trench - தடுப்புக் குழி
cutter bar - அறுகத்தி, வெட்டலகு
cutters - வெட்டிகள், வெட்டலகுகள்
cutting blade - வெட்டலகு
cyanosis - நீலவாதை
cybernetics - தன்ஆள்வியல்
cycle - சுற்று, சுழற்சி
cyclo alkane - வளைய அல்க்கேன்
cyclone - சுழல் காற்று
cyclone furnace - சுழல் காற்று உலை
cylinder - உருளை
cylindrical bodies - உருட்டுப் பகுதிகள்
cylindrical surface - உருளைப் புறப்பரப்பு
cymbiform - படகு வடிவான
cyst - காப்புறை
cystinuria - சிஸ்ட்டைன் நீரிழிவு
cystoliths - படிகநுண் குடுவைகள்
cytoplasm - செல்பிளாசம், உயிரணுக் கூழ்ம புரதம்

D

damped - ஒடுக்கிய
damper - ஒடுக்கி
damping - ஒடுக்கல்
damping force - ஒடுக்கு விசை
damping oil - ஒடுக்கு எண்ணெய்
dashpot - ஒடுக்கக்கலம்
d.c.grid - நேர்மின்னோட்ட வலை நே.மி. வலை
d.c.value - நேர்மின்னோட்ட மதிப்பு நே.மி. மதிப்பு
dead beat - விம்மல் அற்ற
dealkylation - அல்க்கைல் நீக்கம்
deamination - அமீன் நீக்கம்
decade - பதின்இலக்க
decade type - பதின்முறை
decay - சிதைவு
decay - constant - சிதைவு மாறிலி
decay probability - சிதைவுத்தகவு
deccan basalt - தக்காணப் பசால்ட்டு
deceleration - ஒடுக்கம்
deciduous - இலையுதிர்
decimal - தசமம், பதின்மம்
decision - தீர்மானிப்பு
decision makers - தீர்மானம் உருவாக்கிகள்
decision theory - தீர்மானிப்புக்கோட்பாடு
declination - நடுவரை விலக்கம்
decomposers - சிதைமாற்றம் செய்பவை
decomposition - சிதைவு
deduction - பகுமுறை, கொணர்வுமுறை
deductive method - கொணர்முறை, பகுமுறை
deep fascia - ஆழ்நிலை இழைமம்
deep litter system - ஆழ்கூள முறை
deep sea - ஆழ்கடல்
deep sea drilling - ஆழ்கடல் துளைப்பு
de-excitation - கிளர்ச்சித் தணிப்பு
de-fibrillator - மின் இசைவற்ற துடிப்பு நீக்கி
defining - வரையறுத்தல்
definition - வரையறை
deflecting force - விலக்கு விசை
deflecting torque - விலக்குத் திருக்கம்
deflection - விலக்கம், தொய்வு
deflection method - விலக்க முறை
deflectors - மணல் திருப்பிகள்
deformation - உருவமாற்றம், குலைத்தல்
deformation length - உருமாற்ற நீளம்
degraded streams - அழிவு வேலை ஆறுகள்
degrading - தரங்குறைத்தல்
degree - பாகை
degree of polarization - முனைவாக்கத் தரம்
degrees of freedom - உரிமைப்படிகள், விடுதலைத் திசைகள்
dehydrating agent - நீர் இறக்கி
dehdyration - நீரிறக்கம், நீரிழப்பு, நீர் நீக்கம்
dehydrogenation - ஹைட்ரஜன் நீக்கம்
delayed particles - தாமதித்துச் சிந்தும் துகள்கள்
deliquescent - நீர் கசியும்
delta - கழிமுகத் திட்டு
deltoid - நரம்பு முக்கோணத் தசை
dementia - அறிவாற்றல் இழப்பு
denaturated spirit - இயல்பு நீக்கப்பட்டசாராயம்
dendritic drainage pattern - மரம் கிளை போன்ற வடிகால் அமைப்பு
denominator - பகுதி
density - அடர்த்தி
dentition - பல் அமைப்பு
dentritic - படர்ந்த தருக் கட்டமைப்பு
deodourant - நாற்றம் நீக்கி
department - துறை
departures - முறைவிலகல்கள்
deplete species - முறைசெறிவு உயிரினங்கள்
deposition - படிதல்
depth indicator - ஆழங்காட்டி
derivative - பெறுதி, கொணர்வு
dermal papulae - தோல் செவுள்கள்

dermatitis - தோல்முடிச்சு நோய்
dermis - அடித்தோல் அடுக்கு
derrick - பளுதூக்கி
desalter - உப்பு நீக்கும் அமைப்பு
description - விவரம், விவரிப்பு
desert ecosystem - பாலைச் சூழலமைப்பு
design - வகுத்தல், வகுதி, வடிவமைப்பு
design endineering - வகுதிப் பொறியியல், வடிவமைப்புப் பொறியியல்
destructive distillation - சிதைத்துக் காய்ச்சி வடித்தல்
desulphurisation - கந்தக நீக்கம்
detector - காணி, ஒற்றி, உணர் கருவி
detergent - தூய்மையாக்கும் பொருள், அழுக்கு நீக்கி
determinant - அணிக்கோவை
determination - தீர்மானித்தல்
developed diagram - விரித்த படம்
developed system - வளர்நிலை அமைப்பு
development of science - அறிவியல் வளர்ச்சி
developer - உருஏற்றி
deviation ratio - விலக்க விகிதம், விலக்கத்தகவு
deviations - விலகல்கள்
device - கருவி, அமைப்பு, சாதனம்
dewlap - தொங்கு தாடையமைப்பு
diabetes - நீரிழிவு
diabetes mellitus - இனிப்பு நீரிழிவு
diabetes mellitus - மது மேக நீரிழிவு
diadelphous - இருகற்றை நிலை
diagenesis - படிவிறுகுநிலைமாற்றம்
diagnosis - நோய் அறிதல்,நோய் நாடல்
diagonal conjugate - கோணக்கூட்டு
diagonal matrix - சமமூலை வரை அணி
diaphrum - உதரவிதானம்
diagram - விளக்கப்படம்
diamagnetic - காந்த விலக்கமுடைய, எதிர்க்காந்த
diamond gringing - வைரச்சாணைவெட்டு
diaphragm - உதரவிதானம், பிரிப்புத்தசை, உந்தும் மென்சுவர்
diaphram gauge - இடைத்திரை அழுத்தமானி
diarrhoea - பேதி, வயிற்றுப்போக்கு
diastema - பல்லிடைவெளி
diastole - இதய விரிவு
dichasial cyme - இருபக்கக்கிளைத்தக்க சைம்
dichroism - இருதிசை அதிர்நிற மாற்றம்
dicing fixtures - சீர்மிப்புப் பொருத்தமைப்புகள்
dicotyledoneae - இருவித்திலைப் பிரிவு
didynamous - இருமட்ட
dielectical - முரணியக்க, எதிரிணை இயக்க
dielectical category - முரணியக்க வகை
dielectical logic - முரணியக்க அளவையியல்
dielectical materialism - முரண் இயக்கவியல் பொருள் முதல்வாதம்
dielectric constant - மின்காப்பு எண்
dielectric materials - மின்காப்பீட்டுப்பொருள்கள்
dielectric strength - மின்காப்பு வலிமை
diflected needle type - விலகும் முள்வகை
difference equation - வேறுபாட்டுச் சமன்பாடு
differential cross section - வகையீட்டுக் குறுக்கு வெட்டு
differential diagnoscs - மாற்றுநோய் வாய்ப்புக் கூறுகள்
differential dynamies - வகையீட்டு இயங்கியல்
differential equation - வகைக்கெழுச் சமன்பாடு
differential gear system - வேறுபாட்டுப் பல்சக்கர அமைப்பு
differential method - வேறுபாட்டு முறை
differentiating - வகையீடு
diffraction - அலைவிளிம்பு வளைவு, அலைவிளிம்புப் பிதிவு
diffraction maximum- விளிம்பு வளைவுப் பெருமம்
diffuse osteolysis - எலும்பு அரிப்பு
diffusion - துகள் பரவுதல்
diffusion barrier - பரவல் தடை, விரவல் அரண்
digester - செரிக்கும் அமைப்பு
digestion - செரிமானம்
digestive pharmacology - செரிப்பு மருந்தியல்
digestive system - செரிமான மண்டிலம்
digestive vacuole - செரிமானக் குமிழி
digital - இலக்கமுறை
digital computer - இலக்கமுறைக் கணிபொறி
digital counter - இலக்கமுறை எண்ணி
digital display - இலக்கமுறைக் காட்சி
digital division - இலக்கமுறைப் பகுப்பு
digital electronics - இலக்கமுறை மின்துகளியல்
digital logic - இலக்கக் குறியீடுகள்
digital modules - இலக்கமுறைப் பெட்டகங்கள்
digital watch - இலக்கமுறைக் கடிகாரம்
digonal - இருகோண
digonal symmetry - இருமைச் சமச்சீர்மை
dilatometer - பருத்தல் அளவி
dilutent - விளாவி
dilute sample - நீர்த்த மாதிரி
dilute solution - நீர்த்தி கரைசல்
dimension - பருமானம்
dimensioning - அளவுகுறித்தல்
dimensionality - பருமானத்தன்மை
dimerous - ஈரங்க, ஈருறுப்பு
dimorphic - இருஉருவ நிலை
dimorphism - ஈருருவமாதல்
diode - இருமுனையம்

diodes devices - இருமுனைய அமைப்புகள்
dip - அமிழ்கோணம்
dip of the horizon - அடிவான இறக்கம்
dipole இருமுனை
dipole moment - இருமுனைத் திருப்புதிறன்
dipole moment - இருமுனைத் திரும்புதிறன்
dipper bucket - தோண்டு வாளி
dipper stick - வாளித் தண்டு
direct - நேரடியாக
direct acting steam type - நேர்ச்செயல் நீராவி வகை
direct current input - நேர்மின்னோட்ட உள்தருகை
direct frequency modulation - நேர்முக அலைவெண் குறிப்பேற்றி
directing - நெறிப்படுத்தல், வழிப்படுத்தல்
direction - கட்டளை
directional counting - திசை அறிதல்
directional property - திசைப்பண்பு
direction of the trace - சுவட்டுத் திசை
direct measurement - நேர்முக அளவை
directories - பொருள் வழிகாட்டிகள்
direct proportion - நேர்பொருத்தம்
direct reading - நேர் படிப்பு
disc - வட்டை, சுரக்குந்தட்டு, தட்டு, வட்டில்
discharge - மின்னிறக்கம்
disc florets - வட்டத்தட்டுச் சிறுமலர்கள்
discontinuities - இடையீடுகள்
disc recording - வட்டில் பதிவுமுறை
discrete - தனியான, இடைவிட்ட
discussion - உரையாடல்
disinfectant - நுண்ணுயிர்க் கொல்லி, தொற்று நீக்கி
disintergration - சிதைவு
dislocation - இடமாற்றம், இருப்பு மாற்றம்
disperse dyeing - சிதல் வழி நிறமேற்றம்
dispersion - விரவல்
dispersion trench - வெளியேற்றும் பள்ளம்
displacement - இடப்பெயர்ச்சி
displacement drift - பெயர்ச்சி நரம்பு
displacement pick up - இடப்பெயர்ச்சி உணரி
displacement pump - இடப்பெயர்ச்சி எக்கி
disphotic zone - மங்கொளி பரப்பு
display device - காட்சி அமைப்பு
dissertations - கல்வி ஆய்வு நூல்கள்
dissociation - பிரிகை
dissociation constant பிரிகை மாறிலி
dissociation temperature - பிரிகை வெப்பநிலை
dissolution - கரைத்தல்
distal convoluted tubule - தொலைவளை நுண்குழல்
distal end - சேய்மைமுனை
distance flow - இடையீட்டுப் பாய்வு
distillate - வடிபொருள்
distillation - காய்ச்சி வடித்தல், வாலை வடிப்பு
distillator - காய்ச்சி வடிப்புக்கலன்
distort - வடிவு குலை
distortion - உருத்திரிவு, உருக்குலைவு
distribution - பகிர்வு, பங்கீடு, பரவல்
distributaries - கிளையாறுகள்
disturbance - குலைவு
diuretic - சிறுநீர்போக்கி, சிறுநீர் வடிப்பு, சிறுநீர்க் கழிவுப்பெருக்கி
diurnal rotation - புவியின் நாள் சுழற்சி
divergent series - விரி தொடர்
diversion dam - வழித் திருப்பு அணை
diverter - வழிமாற்றி, வழிதிருப்பி
divider - பகுப்பி
division - பகுப்பு, பிரிவு, பிரிவினை
division of labour - வேலைப் பிரிவினை
documenting progress - செய்தி ஆவணமுன்னேற்றம்
dodecahedron - பன்னிருமுகப் பட்டகம்
dogma - வரட்டுவிதி
doldrums - அமைதிமண்டலம்
domain - அரங்கம்
dome - அரைக்கோள அமைப்பு, குவிமாடம், குவி மட்டம்
domed area - குவிமட்டப் பகுதி
domed base - குவிமட்ட அடிப்புறம்
dominant mode - விஞ்சிய அலைமுறை
dopi - உணர்வு முனைகுழி
dormant - செயலற்ற நிலை, உறங்குநிலை
dormant bud - உறங்கு அரும்பு
dorsal - மேற்பக்கம்
dorsal fin - முதுகுத் துடுப்பு
dorsal side - முதுகுப்புறம்
dorsifixed - முதுகு ஒட்டிய நிலை
dots and cells - புள்ளி மற்றும் கண்ணறைகள்
double bond - இரட்டைப் பிணைப்பு
double cut - இரட்டை வெட்டு
double decomposition - இரட்டைச்சிதைவு
double impulse - இரட்டிப்புத் தாக்குதல்
doublelayer - இரட்டை அடுக்கு
doubler - இரட்டிப்பி
double refraction - இரட்டை ஒளி விலகல்
double resonance mechanisms - இரட்டை ஒத்ததிர்வு முறை
double star - இரட்டை விண்மீன்
double switching - இரட்டை இணைப்புமாற்றம்
down conductor - கீழ்க்கடத்தி
down quarks - கீழ்க் குவார்க்குகள்
downy mildew - அடிச்சாம்பல் நோய்
draft tube - இழுப்புக் குழாய்

dragline bucket - இழுவட வாளி
dragline type - இழுவட வகை
drainary sinus - சீழ்வடியும் உட்புழைகள்
drain cocks - வடிப்பு அடைப்பான்கள்
drain pipe - வடிநீர்க்குழாய்
drapability - மடிப்பு ஏற்புத்திறம்
dredge - தூர்வாரி
dress face finished fabrics - அழுந்திய திண்வரித் துணிகள்
dried ginger - சுக்கு
drier - உலர்கலன்
drift wave - நகர்வு அலை
drill- துரப்பணம்
drilling vessel - ஆழ் துளையிடும் கலம்
driving force - இயங்கு விசை
drone - ஆளில்லா வானூர்தி
dropsy - மகோதரம்
drupe - ஒட்டுச்சதைக்கனி, கற்கனி
dry distillation - உலர் காய்ச்சி வடித்தல்
dry evergreen forests - உலர் பசுமைக்காடுகள்
dryer assembly - உலர்த்தும் கூட்டமைப்பு
dying agent - உலர்த்தி
dry well - உலரவைக்கும் கிணறு
dry well instrument tube - உலர் கிணற்றுக் கருவிக் குழாய்
ductus deferens - விந்துக் குழல்
dump tank - சேமிப்புத் தொட்டி, கழிவுத் தொட்டி
duodenum - முன்சிறுகுடல்
duotone - இருவரி நிழற் பதங்கள்
duplex - இருமை
dyeing - சாயமூட்டல்
dyke - செம்பாளம்
dynamic - இயங்கு நிலை
dynamic loads இயங்கு சுமைகள்
dynamical system - இயங்கியல் அமைப்புகள்
dynamical varizbles - இயக்கியல் மாறிகள்
dynamometer type - இயங்களவி (விசையளவி) வகை
dysentery - சீதபேதி
dyspepsia - செரிப்பின்மை

E

E-arm - மின்புலக் கை
earth connection fault - நிலத்தொடர்புப் பிழை
earth electrode - நிலமின்முனை
earth moving equipments - மண்வாரி எந்திரங்கள்
earthpig - நிலப்பன்றி
earthquake - நில அதிர்ச்சி, நில நடுக்கம்
earth wolf - நில ஓநாய்
eccentric - பிறழ்மைய
eccentiricity - மையப்பிறழ்வு

ecdysis - தோலுரித்தல்
echinoderms - முள்தோலிகள்
echinodermata - முள்தோலிகள்
echo - எதிர் ஒலி
echo cardiography - எதிரொலி இதய ஆய்வு
echo signal - எதிரொலிக்குறிப்பலை
echo sounder - ஆழங்காட்டும் கருவி
eclipse - இடைத்தடுப்பு நிலை
ecliptic plane - சூரியத் தோற்றப்பாதைத் தளம்
ecological conservation - சூழ்நிலைப் பாதுகாப்பு
ecology - சூழலியல்
economical yield - ஆதாயமிக்க விளைச்சல்
economic geology - நிலவளஇயல் (கனிம வள இயல்)
ecosystem - சூழலமைப்பு
ectoderm - புறப்படை
ectoparasites - புற ஒட்டுண்ணி
ectoplasm (ectosarc) - புறப்பிளாசம்
eddy - சிறுநீர்ச் சுழி
edge - விளிம்பு
edge periphery - விளிம்பு
eddy - சுழிப்பு
eddy current - சுழிப்பு மின்னோட்டம்
eddy current damping - சுழிப்பு மின்னோட்ட உராய்வு ஒடுக்கல்
effective range - பயனுறு நெடுக்கம், தொகு நெடுக்கம்
effector organs - செயல் உறுப்புகள்
effect yarn - விளைவு இழை
efferent nerve, motor nerve - வெளிச்செலுத்து நரம்பு
efferent pathway - புற உறுப்புகளுக்கு வெளிஎடுத்துச் செல்லும் வழி
efficiency - திறமை
effort - உழைப்பு, முயற்சி
egg follicles - அண்டக் கோளங்கள்
eidograph - இணைப் பெருக்கி
eigen root - ஐகன் மூலம்
eigen value - ஐகன் மதிப்பு
eigen vector - ஐகன் திசையம்
ejaculatory ducts - பீச்சு நாளங்கள்
ejectors - மணல் நீக்கிகள்
elasmobranch fiish - அடுக்குச் செவுள் மீன்
elastic - மீள்
elasticity - மீள்தன்மை, மீட்சிமை
elastic collision - மீள் மோதுகை
elastic scattering - மீட்சிச் சிதறல்
electric actuator - மின் செயற்படுத்தி
electrical axis - மின் அச்சு
electrical circuit - மின் சுற்றுவழி
electrical discharge - மின்னிறக்கம்

electrical echo sounding - மின் எதிரொலிக் கருவி
electrical energy - மின்னாற்றல்
electrical feeder - மின் தொடர்
electrical induction - மின்தூண்டல்
electrical motor - மின்னோடி
electrical quantity - மின்னியல் அளவு
electrical radians - மின் ஆரங்கள்
electrical resonance - மின் ஒத்ததிர்வு
electric charge - மின்னூட்டம், மின்னேற்றம்
electric current - மின் ஓட்டம்
electric dipole - மின் இருமுனை
electric discharge - மின் போக்கு, மின்னிறக்கம்
electric field - மின் புலம்
electricity generator, dynamo - மின்னாக்கி
electric laws - மின் விதிகள்
electric potential - மின் நிலை
electric power - மின் திறன்
electric stress - மின் தகைவு
electro cardiogram - இதயத் துடிப்பு மின் வரை
electro cardiograph - இதய மின் வரை படம்
electrochemical analysis - மின்வேதிப்பகுப்பாய்வு
electrochemical cell - மின்வேதி மின்கலம்
electrochemistry - மின்வேதியியல்
electrodes - மின்முனைகள், மின்வாய்கள்
electro dynamics - மின்னியங்கியல்
electro encephalogram - மூளை மின்னலைப் பதிவு
electrography - மின் வரைவி
electrogravimetry - மின் எடையறிமுறை
electrolysis-மின்னாற்பகுப்பு
electrolyte - மின்பகுபொருள், மின்பகுளி
electromagnetic field - மின்காந்தப் புலம்
electromagnetic force - மின் காந்த விசை
electro magnetic induction - மின்காந்தத் தூண்டல்
electromechanical transducer - மின்-இயக்க ஆற்றல் வடிவ மாற்றிகள்
electromotive force - மின் இயக்கு விசை
electro myograph - மின்தசைக்கருவி வரைபடம்
electron - மின்துகள், மின்னி, எலக்ட்ரான், மின்னன்
electron acceptor - எலெக்ட்ரான் ஏற்பி
electron affinity - எலெக்ட்ரான் பற்று
electron capture - எலெட்ரான் பிடிபடல்
electron cloud - எலக்ட்ரான் முகில்படலம்
electron counter - மின்துகள் எண்ணி
electron donor - எலக்ட்ரான் வழங்கி
electronegativity - எலக்ட்ரான் சார்புத்தன்மை எலக்ட்ரான்கவர்தன்மை
electronic charge - மின் அணு ஊட்டம்
electronic circuit - மின்துகளியல் சுற்றுவழி
electronic devices - மின்துகளியல் சாதனங்கள்
electronic digital counter - மின்துகளியல் இலக்க எண்
electronic display - மின்துகளியல் காட்சி
electronic devices - மின்துகளியல் அமைப்புகள்
electronic frequency counter - மின்துகள் அலைவெண் எண்ணி
electronic position indicator - மின் துகளியல் இருப்பறி கருவி
electronics - மின்துகளியல், எலக்ட்ரானியல்
electronic switch - மின்துகளியல் இணைப்பு மாற்றி
electronic transducer - எலக்ட்ரானியல் ஆற்றல் வடிவமாற்றி
electron trap - எலக்ட்ரான் அடைப்பு
electrophile - எலக்ட்ரான் விரும்பி
electrophoresis - மின்முனைக் கவர்ச்சி
electroplating - மின்பூச்சு
electroscope - மின்காட்டி
electrostatics - நிலைமின்னியல்
electrostatic attractive force - நிலைமின் கவர்ச்சி
electrostatic effect - நிலைமின் விளைவு
electrostatic field - நிலைமின் புலம்
electrostatic force - நிலை மின்விசை
electrostatic method - நிலைமின் முறை
electrostatic particle - நிலைமின் துகள்
electrostatic precipitator - நிலைமின் படிவி
electrostatic stress - நிலைமின் தகைவு
electrostatic type - நிலைமின் அச்சு முறை
electrostatic wave - நிலைமின் அலை
electrovalence - மின்வலுவெண்
element - தனிமம், அடிப்படை
elementary charge - அடிப்படை மின்னூட்டம்
elementary particles - அடிப்படைத் துகள்கள்
elephantiasis - யானைவீக்கம், யானைக்கால் நோய்
elevation meter - உயரம் அளக்கும் கருவி
elevators - உயர்த்திகள்
eliminate - நீக்கு
elimination reaction - நீக்க வினை
ellipse - நீள்வட்டம்
ellipsoid - நீள்கோளகம்
ellipsoid of rotation - சுழற்சி நீள்கோளகம்
elliptical orbit - நீள்வட்டப் பாதை
elongation - நீள்தன்மை
elutriation - பாய்மப் படிவு வீதமுறை
emasculation - ஆண்மை நீக்குதல்
embankment - அடைகரைகள்
embolus - உள்ளெறிகை
embryo - கருமுளை
E.M.F. (electro motive force) - மின்இயக்கு விசை
emission - உமிழ்வு
emission area - உமிழ்வியின் பரப்பு
emission spectroscopy - உமிழ் அலைநிரல் பகுப்பு
emitter - உமிழி
E-mode - அலைமுறை, மின்

emotion - உளக்கிளர்ச்சி, உணர்ச்சி
emollient - இளக்கு மருந்து
empherical - ஆய்வுமுறையான, குத்துமதிப்பான
empty set – வெற்றுக் கணம்
emulsification - பால்மமாக்கல்
emulsifier - பால்மமாக்கி
emu'sifier - பால்மமாக்கி
emulsion - பால்மம்
emulsion chamber - பால்மத் தொட்டி
enamel - காரை
enamel - மேற்பூச்சு, மென்பூச்சு
enantiomorphous - எதிர்பலிப்புச் சமச்சீர்மை
enantiomer - எதிர்வடிவம், வடிவ மாற்றுரு
encephalitis - மூளை அழற்சி
encystment - மூடுறைதல்
end – ஓரம்
endangered species - அருகி வரும் உயிரினங்கள்
end face - முனைமுகம்
endocarditis - இதய உள்தசையழற்சி
endocarp - உள்ளோடு, உள்பகுதி, அகடு
endoccrine gland - நாளமில்லாச் சுரப்பி
endocrinology - நாளமில்லாச் சுரப்பியியல்
endoderm – அகப்படை
endometrial glands and cells) - கருப்பையகப் படலச்சுரப்பிகள், செல்கள்
endometriosis - இடமகல் கருப்பையகப்படலம்
endometrium - கருப்பையகப்படலம்
endoparasites - அக ஒட்டுண்ணி
endoplasm (endosare) - அகப்பிளாசம்
endosperm - முளைசூழ் சதை
endothermic - வெப்பத்தை உட்கவர்தல்
endotropic harmones - இனச்செல் உறுப்பு ஊட்ட ஹார்மோன்கள்
end point energy - உயர் வரம்பு ஆற்றல்
ends - பாவிழைகள்
energy – ஆற்றல்
energy barrier - ஆற்றல் அரண்
energy difference - ஆற்றல் வேறுபாடு
energy level - ஆற்றல் மட்டம்
energy meter - ஆற்றல் அளவி
energy reorganization - ஆற்றல் மறுசீரமைப்பு
energy state - ஆற்றல் நிலை
engineering - பொறியியல்
enol structure - ஈனால் கட்டமைப்பு
enrichment - செறிவூட்டல்
ensimble - தொகுப்பு
enteritis - குடலழற்சி
enthalpy - வெப்ப அடக்கம்

entire set - முழுக் கணம்
entropy - இயல்பாற்றல்
entry - நுழைவழி
envelopes - உறைகள்
environment - சூழல்
environmental pollution - சூழ்நிலைமாசடைதல்
environmental review - இடச் சுற்றுப்புற ஆய்வு
enzyme - நொதிப்பி
ephemeral stream - பருவகால ஓடைகள்
epicycle - புறவட்டம்
epicycloid - புற உருள்வளை
epidermis - புறத்தோல் அடுக்கு
epididymis - விரை மேனி
epididymitis - விரைமேனி அழற்சி
epigynous - சூலகக் கீழ்மட்ட
epiorogeny - புற நிலக் கிளர்ச்சி, மலையெழுச்சி
epipetalous - அல்லி ஒட்டிய
epipharynx - மேல்தொண்டை
epiphyllous - இதழ் ஒட்டிய
epiphyllous or foliar buds - இலை அரும்புகள்
epiphytes - ஒட்டுவாழ் தாவரம்
epistemology அறிதலியல்
epistome - மேல் வாய்த்தகடு
epithelium - சீதப்படலம்
epitorrehoids - அகதள உருள்வளை
E plane tee - மின்புலச் செங்குத்து இணைப்பு
equalisation - சமப்படுத்தல்
equaliser - சமப்படுத்தி
equation - சமன்பாடு
equator - நிலநடுக்கோடு, புவிநடுக்கோடு நில நடுவரை
equatorial plane - நிலநடுத்தளம், புவிநடுத்தளம்
equilateral hyperbola - சமபக்க அதிவளைவு
equinoxes - சம நாளிரவுப் புள்ளிகள்
equipments - சாதனங்கள், அமைப்புகள்
equipotential connections - சமமின்னிலை இணைப்பு முறைகள்
era - யுகம், ஊழி
ergastic substances – புரோட்டோப்பிளாசக் கழிவுப் பொருள்கள்
erosion - அரிப்பு
error - குறைபாடு, பிழை
eruptive rocks - வெளி உமிழ்வுப்பாறைகள்
escape velocity - தப்பிக்கும் திசைவேகம், தப்பிக்கும விரைவு
escarpment - பாறை முகடு
essential oil - ஆவிமணத் தைலம்
estuary - கழிமுகம்
etching - பொறித்தல்

ethoxylation எத்தாக்சிலேற்றம்
eugeosyncline - மீஆழ்நிலச் சரிவு
euphotic zone - மீஒளிப்பகுதி
eutrophication - விஞ்சிய ஊட்டமடைதல்
evaluation - மதிப்பிடல், மதிப்பாய்வு
evaporation - ஆவியாதல்
evaporator - ஆவியாக்கக்கலன்
evapotranspiration - ஆவி கடத்தல்
E-vector - மின்புலத் திசையன்
even functions - இரட்டைப்படைச்சார்புகள்
even numbers - இரட்டைப் படை எண்கள்
evergreen - இலையுதிரா
evergreen tree - இலையுதிரா மரம்
even parity - இரட்டை ஒப்புமை
evolution - படிமலர்ச்சி, படிமுறை வளர்ச்சி, பரிணாமம்
evolutionary changes - படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள்
exact - சரிநிகர்
exact science - சரிநிகர் அறிவியல்
exact symmetry - சரியான சீரமைவு
excavation - அகழ்தல்
excavator - அகழ் எந்திரம்
exchange force - பரிமாற்று விசை
exchanger - பரிமாற்றி
excitability - தூண்டுதிறன், கிளர்திறன்
exitation - கிளர்ச்சி
excited - கிளர்ந்த
excited state - கிளர்ச்சி நிலை
excluder - மணல் உறிஞ்சிகள்
exclusion principle - தவிர்த்தல் தத்துவம்
executive - செயலாக்குநர்
exendospermous - சூழ் சதையற்ற
exfoliation - விரிந்து உரிகின்ற
exhalent groove - வரிப்பள்ளம்
exhaustive methylation - கடைநிலை மெத்திலேற்றம்
exhaust stroke - வெளியேற்ற வீச்சு
exhaust valve - வெளியேற்றிதழ்
exit - வெளிவழி
exoskeleton - புறச் சட்டகம்
exothermic reaction - வெப்பம் உமிழ் வினை
exotic quarks - அயற்பண்புடைய குவார்க்குகள்
expansion - நீட்சி, விரிவு
expansion chamber - விரிகலம்
experience - பட்டறிவு
experiment - செய்முறை
explosive - வெடிப்பான்
explosive chattering machine - வெடித்தற் சிதைவு எந்திரம்
exponent - அடுக்குக்குறி
expenential - அடுக்குக்குறி
exponential equation - அடுக்குக்குறிச் சமன்பாடு
exponential function - அடுக்குக்குறிச் சார்பு
exradius - வெளியாரம்
existipulate - இலையடிச்சிதலற்ற
extension - நீட்டம்
extensometer - விரிவு காட்டி, நீட்டங்காட்டி
extensor carpi radial longus - ஆரை மணிக்கட்டு நீள் தசை
external caliper - வெளி அளவன்
external conjugate diameter - வெளிக்கூட்டு விட்டம்
external electron - புற எலெக்ட்ரான்
external field - புறப் புலம்
external genitalia புற இனப்பெருக்க உறுப்புகள்
external pressure - புற அழுத்தம்
external surges - புற அலையெழுச்சிகள்
external world - புற உலகம்
extinction - அற்றுப்போதல், மறைதல், அணைவு
extinction angle - ஒளிமறைவுக் கோணம்
extracellular fluid - உயிரணுவின் வெளிநீர்
extracellular fluid - செல்வெளி நீர்
extraneous uptake - நரம்பற்ற பகுதிகள் ஏற்றுக் கொள்ளல்
extraordinary ray - இயல்பு மீறிய ஒளிக்கற்றை
extrusion - பிதிர்தல்
exumbrella surface - குடை வெளிப்பரப்பு
eye-piece - கண்ணருகு வில்லை
eye spot - கண்புள்ளி

F

face glands - முகச் சுரப்பிகள்
facets - முகப்புக்கூறு
facialdisc - முக வட்டம்
factor - செயற்கூறு ஆக்கக்கூறு
factors - காரணிகள்
factors of tanning - தோல்பதனிடல் கூறுபாடுகள்
fade - மங்கல்
fall lines - இடைவீழ்ச்சிக்கோடு
fallopiantube - கருமுட்டைக்குழாய், கருக்குழாய்
false - பொய்மை
false mole crickets - போலி பிள்ளைப்பூச்சிகள்
family - குடும்பம்
fancy rayon yarn - அழகு ரேயான் நூல்
farmer's moon - உழவர் நிலா
farms waste - பண்ணைக் கழிவுப்பொருள்
fascicle - குறுங்கொத்து
fast breeder - வேக ஈனுலை
fastening - பிணைத்தல்
fast neutron - வேக நியூட்ரான்
fast neutron reactor - வேக நியூட்ரான் அணு உலை

fat anabolism - கொழுப்பாக மாற்றும் வளர்மாற்றம்
fathometer - ஆழம் அறி கருவி, ஆழங்காணி
fatigue - அயர்ச்சி, அயர்வு
fatty acids - கொழுப்பு அமிலங்கள்
faulty - பெயர்ச்சிப் பிளவு
fault current - பிழை மின்னோட்டம்
fault pattern - பெயர்ச்சிப்பிளவு வடிவமைப்பு
feed - ஊட்டம், ஊட்டல்
feedback - பின்னூட்டம்
feedback control action - பின்னூட்டும் கட்டுப்பாட்டுச் செயல்
feedback oscillator - பின்னூட்ட அலைவு இயற்றி
feedback principle - பின்னூட்டத் தத்துவம்
feeder and mill system - ஊட்டி, அரைப்பு அமைப்பு
feeder settings - ஊட்டி அமைநிலைகள்
feed stock - ஊட்டப்பொருள்
feed streams - ஊட்டுத் தொடர்பு
feldspathic sand stone - ஃபெல்ஸ்பாதிக் மணற்பாறை
felt - சணல்பிரி
felt cloth - அழுந்தல் கம்பளியாடை
felting - அழுந்தல்
femoral pores - தொடைத்துளை
fermentation - நொதித்தல்
fertile materials - கருவளப் பொருள்கள்
fibre - இழை
fibre optic endoscope - இலை ஒளி உள்நோக்கி
fibrillation - இசைவற்ற உதறல்
fibrinolytic - இரத்தக்கட்டித்தடுப்பு மருந்து
fibro sarcoma - இணைப்புத்திசுக் கட்டிகள்
fibrous - இழைநிலை
fibrous ring - நாரிழை வளையம்
fibrous root - சல்லிவேர்
field - புலம்
field density - புல அடர்த்தி
field displacement - புலஇடப்பெயர்ச்சி
field effect transistors - புலவிளைவு திரிதடையங்கள்
field of vision - பார்வை நூல்
field station - கள ஆய்வு நிலையம்
figures - உருவக்குறிகள்
filament - நுண் இழை
filament - படலம்
filarial worm-infestation - வைலேரியப் புழுப்புற்று
file fish - அரமீன்
file folder - கோப்பு மடி
file guides - கோப்பு தாங்கிகள்
filiform - இழைபோன்ற
filler - நிரப்பி
filling - நிரப்பு
filling - சீர்செயல், நிறைசெயல்
filling rib - ஊடைக் கம்பம்
film depostion - படல வீழ்படிவு
film deposition technique - படல வீழ்படிவு நுட்பம்
film music - திரை இசை
filter - வடிப்பி
filters - வடிகட்டிகள்
filtrate - வடிபொருள்
filtration - வடிகட்டுதல்
fin fold theory - துடுப்பு மடிப்புக் கோட்பாடு
fine aggregate - நுண் திரள்
fine grain - நுண்பரல்
fine structure - மீநுண் வரியமைப்பு
fingerlings - பெரு மீன் குஞ்சுகள்
finishing - கடைசி முனை
finite - எல்லைக்குட்பட்ட, வரம்புடைய
fin ray - துடுப்பாரை
fins - துடுப்புகள்
fire point - எரிநிலை
first order pyramid - முதல் வரிசைக் கூம்புப் பட்டகம்
first quartile - முதல் கால்நிலை
fish culture - மீன் வளர்ப்பு
fissile elements - பிளவுறும் தனிமம்
fissile material - பிளவுபடுபொருள்
fissionable material - பிளவுபடும் பொருள்
fissionable nuclides - பிளவுபடும் நியூக்ளைடுகள்
fissionability - பிளவுறும் தன்மை
fissionability number - பிளவுறும் தன்மை எண்
fission gas release - பிளவு வளிம வெளிப்பாடு
fission products - பிளவு விளைபொருள்கள்
fission reaction power plants - பிளவு உலை திறன் நிலையங்கள்
fission reactor - அணுப்பிளவு உலை
fission track dating - அணுப்பிளவுத் தடத்தால் காலங்கணித்தல்
fission weapons - பிளவுப் படைக்கலங்கள்
fissure - வெடிப்பு
fistular - குழல் போன்ற
fixation point - பார்வையைப் பொருத்தும் இடம்
fixed inductance - நிலைத் தூண்டம்
fixing - நிலைப்படுததுதல்
fixing of brushes - மின்தொடி பொருத்தும் முறை
flagella - நீளிழைகள்
flagellum - கசையிழை
flakers - படலமாக்கிகள்
flame temperature - சுடரொளிவெப்பநிலை
flange - தட்டை உருளை
flanged joint - இருகூறு இணைப்பு
flanges - பொருத்திகள்

flapping - இறக்கையடித்தல், சிறகடித்தல்
flapping flight - சிறகடித்துப் பறத்தல்
flare - அடையாள ஒளிவீசும்கருவி
flash over - பொறி பரப்பு
flatworms - தட்டைப் புழுக்கள்
flavour quark - குவார்க் கை
flaw - வெடிப்பு
flaw detector - வெடிப்புணர் கருவி
flesh red - ஊன்சிவப்பு
flexible cable - நெளிவு வடம்
flexible connection - நெளிவு இணைப்பு
flexible micanite - நெளிவு அபிரகி
flexibility - நெளிவுத் தன்மை, நெளிமை
flexography - நெளிவரை அச்சுமுறை
flexor policis longus - கட்டை விரல் அகுட்டித் தசை
flexured motion - வளைவு (நெளிவு) இயக்கம்
flip-flap - எரிதல்-அணைதல்
float - மிதப்பு, மிதவை
flotation - மிதத்தல்
floating ribs - தொங்குவிலா எலும்புகள்
float type manometer - மிதவை அழுத்தமானி
flow - பாய்வு
flow area - பாய்வுப் பரப்பு
flow diagram - பாய்வு விளக்கப்படம்
flow of work - பணியோட்டம்
fluctuation - அலைமாற்றம், அலைதல்
fluctuation theory - அலைவுக் கோட்பாடு, அலை கோட்பாடு
flue dust - புகைத் தூசு
flue gas - வெப்ப வளிமம்
fluid - பாய்மம்
fluid bed turbine system - பாய்மப் படுகைச் சுழலி
fluid handling - பாய்மக் கையாளுகை
fluid inclusion - பாய்மக் குமிழி
fluidity - பாய்மை
fluid mechanics - பாய்ம இயக்கவியல்
fluid nature - பாய்மப் பண்பு
fluorescence - உடனொளிர்தல்
fluorescent lamp - குழல் விளக்கு
fluorescent screen - உடன் ஒளிர் திரை
fluoroscopy of chest - மார்பு ஒளிநோக்கிச் சோதனை
flux - இளக்கி, பெருக்கு
flux density - வெப்பப் பெருக்கடர்த்தி
foam insulation - நுரைபொருள் காப்பீடு
foam plastics - நுரை நெகிழிகள்
focal axis - குவிஅச்சு
focal length - குவி நீளம்
focal region - குவிமையப்பகுதி
focus - குவியம்
foil filament mantle - மென்திரிபடலம்
fold - மடிப்பு
foliate - ஏடு போன்ற
foliated structure - ஏடுபோன்ற கட்டமைப்பு
foliated rock - மடிப்புப் பாறை
foliation - படலப் பிளவு
follicle - ஒரு பக்க வெடிகனி
food chain - உணவுத் தொடர்
foot - அடி
foot gland - பாதச் சுரப்பி
foramen magnum - மண்டைஓட்டுப் பெருந்துளை
foraminfers - துளைஓட்டு முன்னுயிரிகள்
force - விசை
force constant - விசை மாறிலி
force distance diagram - விசை தொலைவு விளக்கப் படம்
forced - முடுக்கிய
forceps delivery - கருவி கொண்டு மகப்பேறு
forest ecosystem - காட்டுச் சூழலமைப்பு
forging crack - வடிப்பு விரிசல்
forked - கவை
form - படிவம்
formal (traditional) logic - அடிப்படை அளவையியல் மரபு அளவையியல்
former - அச்சுக்கட்டகம்
form pair - சோடிசேர்
farward reaction - முன்னோக்கு வினை
fossil - தொல்லுயிர்ப் படிவு, புதைபடிவம்
fossil fuel - புதைபடிவ எரிபொருள்
fouling organisms - இடருயிர்
foundation - அடிமானம்
foundation seeds - அடிப்படை விதைகள்
foundation zone theory - மூலக்கூறின் சுருக்கக் கொள்கை
four fold - நாற்கோண, நான்மடி
fourlings - நான்மடி
fractional - பின்னம்
fractional charge - பின்ன மின்னூட்டம்
fractional crystallisation - பிரிந்து படிகமாதல்
fractional crystallisation - பின்னப்படிகமாக்கல்
fractional distillation - காய்ச்சிப்பகுத்துவடித்தல்
fracture - எலும்பு முறிவு
frame - சட்டகம்
framework - சட்டகம்
free fall - கட்டிலாது விழுதல்
free neutron - கட்டவிழ்ந்தநியூட்ரான்

free radical - இயங்கு உறுப்பு
free radical - தனி உருபு
free swelling index - கட்டற்ற பருத்தல் சுட்டெண்
freeze fit - உறை பொருத்து
freeze wall technique - உறை சுவர்த் தொழில் நுட்பம்
freezing point - உறைநிலை
frequency - அதிர்வெண், அலைவெண்
frequency control - அலைவெண் கட்டுப்பாடு
frequency distribution - அலைவெண் பரவல்
frequency divider - அலைவெண் பகுப்பி
frequency meters - அலைவெண்மானிகள்
frequency modulation - அலைவெண் குறிப்பேற்றம்
frequency modulator - அலைவெண் குறிப்பேற்றி
frequency multiplier - அலைவெண் பெருக்கி
frequency polygon - அலைவெண் பலகோணம்
frequency response equalisation - அலைவெண்-துலங்கல் சமப்படுத்தல்
frequency response specification - அலைவெண் துலக்கக் குறிப்பீடு
frequency shift - அலைவெண் பெயர்ச்சி
frequency stability - அலைவெண் நிலைப்பு
frequency swing - அலைவெண் மாற்றம்
friction - உராய்வு
frictional drag - உராய்வு இழுப்பு
friction sawing - உராய்வு அறுவை
frontal bone - நெற்றிப்பொட்டு எலும்பு
frontal lobe - பெருமூளை முன் மடல்
front attachments - முகப்பு இணைப்புகள்
front end loader - முன்முனைச் சுமை ஏற்றி
front pitch - முகப்பு இடைவெளி
fuel - எரிபொருள்
fuel assembly - எரிபொருள் கூட்டமைப்பு
fuel bundle - எரிபொருள் கற்றை
fuel cell - எரிபொருள் மின்கலம்
fuel conversion factor - எரிபொருள் மாற்றுக்கூறு எண்
fuel cost factor - எரிபொருள் அகவிலைக் கூறு
fuel cycle - எரிபொருள் சுழற்சி
fuel fabrication - எரிபொருள் வடிவமைத்தல்
fuelling machine - எரிபொருளிடும் எந்திரம்
fuel pellet - எரிபொருள் உருண்டை
full wave - முழு அலை
full wave rectified sine wave - முழு அலை திருத்தப்பட்ட சைன் அலை
function - சார்பு, சார்பலன்
function space - சார்பு வெளி, சார்பலன்வெளி
fundamental constraints - அடிப்படைக் கட்டுப்பாடுகள்
fundamental error - அடிப்படைப்பிழை

functional group - வினையுறு தொகுதி
fungi - பூஞ்சை, பூஞ்சணம், காளான்
fungicide காளான் கொல்லி, பூஞ்சணக் கொல்லிகள்
furling point - மடிபுள்ளி
furnace - காள்வாய், உலை
furniture - இருக்கை
fusion bomb - பிணைவுக் குண்டுகள்
fusion energy - பிணைப்பு ஆற்றல்
fusion linkage - பிணைப்புப் பிணிப்பு
fusion, nuclear - பிணைப்பு, அணுக்கரு
fusion power plants - பிணைப்பு மின் நிலையங்கள்
fusion products - பிணைவு விளைபொருள்கள்
fusion reactor - அணுப்பிணைவு உலை
fuzzy systems - முரணியல் அமைப்பு

G

gain - பெருக்கம்
galaxy - பால்வழி மண்டிலம்
gall bladder - பித்தப்பை
gall flowers - மலட்டுப் பூக்கள், மலட்டு மலர்கள்
galley - அச்சுமுறம்
galley rake - அச்சுமுறச் சாய்சட்டம்
galls - கரணைகள்
gamma function - காமாச் சார்பு
gamma ray - காமாக் கதிர்
gamopetalae - அல்லி இணைந்தபிரிவு
gamopetalous - அல்லி இணைந்த
ganglion - நரம்பு முடிச்சு
gangrene - அழுகுதல், திசுவழுகல்
gas - வளிமம்
gas coolant - வளிமக் குளிர்விப்பான்
gas cover - ஆவி உறை
gaseous diffusion - வளிமப் பரவல்
gas dispersion - வளிம விரவல்
gaseous effluent - வளிம வெளியேற்றம்
gas gangrene - வளிம அழுகல்
gasket - அடைவலயம்
gas mixture - வளிமக் கலவை
gas multiplication counters - வளிமப் பெருக்க எண்ணிகள்
gas phase - வளிம நிலை
gas plenum - வளிமம் நிறை இடைவெளி
gastric ulcer - இரைப்பைப் புண்
gastropods, gastropoda - வயிற்றுக்காலிகள்
gas turbines - வளிமச் சுழலிகள்
gas volumetric analysis - வளிமப் பருமனறி பகுப்பாய்வு

gate - வாயில்
gathering header - திரட்டுமுனை
gatti - கட்டி
gating - வாயிலமைப்பு
gauge block - அளவுத் துண்டு
gear - பல் சக்கரம், பல்லிணை
gelatine - ஊன்பசை, கூழ்
gellification - ஜெல்லாதல்
gem - அருமணி, மணிக்கல்
gem cutting - மணிக்கல் பட்டை தீட்டல்
gemete - இனச்செல்
gem, manufactured - செய்முறை, மணிக்கற்கள்
gem manufactured - செய்முறை, மணிக்கற்
gemmology - அருமணியியல்
gem mountng - மணிக்கல் பதித்தல்
gene - மரபுக்கூறு

general concepts - பொதுக் கருத்துகள்
general precession - பொது அயனசலனம், பொது அச்சாட்டம்
generating - ஆக்கம்
generator - ஆக்கி, மின்னாக்கி
genitals - இனப்பெருக்க உறுப்புகள்
genital operculum - இனப்பெருக்கத் துளை மூடி
genital ridge - இனப்பெருக்க வரிமேடு, கொட்டு
genus - பொதுவினம் (பேரினம்)
geocentric direction - புவிமையத் தோற்றத்திசை
geocentric parallax - புவிமையத் தோற்றப்பிழை
geochemistry - புவி வேதியியல்
geocorona - நிலக்கோளப் புறப்பரப்பு, புவி ஒளி வட்ட இறக்கம்
geodesy - புவிவடிவவியல்
geodetic survey - பூ கோளநிலை அளக்கை
geographical barrier - புவிப்பரவல் தடை
geography - நிலவரையியல், புவிவரையியல்
geology - நில இயல், புவிஇயல்
geological processes - நிலஇயல் நிகழ்ச்சிகள், புவிஇயல் நிகழ்ச்சிகள்
geometrical - வடிவஇயல்
geometrical figure - வடிவஇயல் உருவம்
geometrical property - வடிவஇயல் தன்மை
geometric isomer - வடிவ மாற்றுரு
geometrics - வடிவியல்,
geometric spacing - வடிவ இயல் இடைவெளி
geomorphology - நிலவடிவவியல், புவி வடிவஇயல்
geophysics - நிலஇயற்பியல், புவிஇயற்பியல்
geosynchronous orbit - நில ஒத்தியக்க வட்டணை, புவிஒத்தியக்க வட்டணை
geosyncline - ஆழ்நிலச் சரிவு
geothermal energy - நில வெப்ப ஆற்றல், புவிவெப்ப ஆற்றல்

germ cells - மூல இனச்செல்கள்
german silver - செருமானிய வெள்ளி
germicide - கிருமி கொல்லி
germinal epithelium - இனப்படைத் திசு
germ pores - புரை அல்லது முளைத்துளைகள்
gestation period - கருவளர் காலம்
geyser - வெப்ப நீரூற்று
gill arch - செவுள் வளைவு
gill book - செவுளேடு
gill cover - செவுள் உறை
gill filament - செவுள் இழை
gill lamellae - செவுள் தகடுகள்
gill slit - செவுள் திறப்பு
gland - சுரப்பி
glans penis - சிசினமொட்டு, லிங்கத் தலை
glass fibre - கண்ணாடி நார்
glass fibre laminate - கண்ணாடி நார் அடுக்கி
glass mica paper - கண்ணாடி நார் அபிரகத்தாள்
glassy rocks - கண்ணாடிப் பாறைகள்
glaucophane schist - குளுக்கோ ஃபேன், படலப் பாறை
gliosis - கிளையல் தழும்புகள்
globular clusters - கோளக் கூட்டங்கள்
glomeruli - சிறுநீரக வடிப்பி
glove lining - கையுறைப் புறணி
glower - ஒளிப்பான், ஒளிர்வான்
glycogen storage disease type-1 - கிளைக்கோஜன் சேர்த்தல் நோய் வகை-1
glycolysis - கிளைக்கோஜன் அழிவு
gnarle - நெளிவு
gnathobase - தாடையடித்தகடு
gneiss - வரிப்பாறை
gnomonic - கோளத் தொடுதள
gobius - உளுவை
gola - கோலா
gold fish - தங்க மீன்
gonad - இனச்செல் உறுப்பு
gonorrhoea - மேகவெட்டை
gorge - மலையிடுக்கு, மலைக் கணவாய்கள்
gout - வாதம்
governor - ஆளிகை
grabbucket - அள்ளுவாளி
grading - தரம் பிரித்தல்
grafting - ஒட்டுதல்
grain - கூலம், தானியம்
grain - பரல், மணி
gramaphone pickups - ஒலிவரை உணரிகள்
gram molecular volume - கிராம் மூலக்கூறு பருமன் அளவு

gram molecular weight - கிராம் மூலக்கூறு எடை
grand mal - பெரு மயக்கம்
graph - வரைபடம்
graphic arts camera - வரைப்படக்கலை ஒளிப்படக் கருவிகள்
graphite lletspe - கிராபைட்டு உருண்டைகள்
grassland ecosystem - புல்வெளிச் சூழலமைப்பு
grating - கீற்றணி
gravel - சரளை
gravimetric analysis - எடையறி பகுப்பாய்வு
gravitational field - ஈர்ப்புப்புலம்
gravitational force ஈர்ப்பு விசை
gravitational red shift - ஈர்ப்பாக்கச் சிவப்பு முனை இடப்பெயர்ச்சி
gravity - புவிஈர்ப்பு
gravity control - புவி ஈர்ப்புக் கட்டுப்பாடு
gravity dam - எடை அணை
gravity meter புவியீர்ப்பு மானி
gravure type - குடைவு அச்சுமுறை
gray matter - மூளையின் சாம்பல்நிற அயனிப்பகுதி
graywacke - கிரேவேக்கி
grease - மெழுகெண்ணெய்
greater or false pelvis - பெரிய அல்லது மாய இடுப்புக் குழி
greater than percentage polygon - மேலமை சதவீதக் குவிவு அலைவெண் பலகோணம்
green house - கண்ணாடி வீடு
gray - சாம்பல்நிற
grid - சட்டம், மின்வலை
grindability - அரைமை
grinder - சாணை எந்திரம், அரைப்பெந்திரம்
grinding compound - சாணைப்பொருள்கள்
grinding mill - அரைப்பாலை
grignard reagent - கிரிக்னார்டு வினைபொருள்
grit - சிராய்ப்புத் துகள்
groin - கொம்பணை
groove - வரிப்பள்ளம், வரிக்கால், காடி
ground control - தரைக் கட்டுப்பாடு
ground meristem - அடிப்படை ஆக்கு திசு
groundnot, potato harvester - நிலக்கடலை,உருளைக் கிழங்கு அறுவடைக்கருவி
ground root suckers - நிலவேர் பக்கக் கன்றுகள்
ground state - அடிநிலை
ground to cloud stroke - புவியிலிருந்து மேகம் நோக்கித் தாக்குதல்
group - வகை
group theory - குலக்கோட்பாடு
group velocity - தொகுதி விரைவு

growth harmone - வளர்ச்சி ஊக்கி
growth rate - வளர்ச்சி வீதம்
guided missile - வழிப்படுத்திய ஏவுகணை
guide tubes - இயக்கும் குழாய்கள்
guide wave length - வழிப்படுத்து அலைநீளம்
gummosis - பிசின் நோய்
gymnosperm - விதை உறையற்ற தாவரப்பிரிவு
gynaecoid - பெண்தன்மை உடைய
gynaecoid pubis - பெண்தன்மை இடுப்புக்குழி எலும்பு
gynandromorph - ஆணொருபாக மலட்டுயிரி
gynandrous - சூலகம் ஒட்டிய
gynoecium - பெண்ணகம்
gynophore - சூலகக் காம்பு
guyot - கடல் தட்டைக் குன்று
gyrocompass - சுழல் திசைகாட்டி
gyromagnetic ratio - சுழல்காந்த எண்
gyro magnetic ration - கொட்புக் காந்த விகிதம்
gyro & moed control - கொட்பு மற்றும் முறைப் படுத்தி அமைப்பு
gyroscope - கோட்பு நோக்கி, சுழற்சி காட்டி, கோட்புகாட்டி

H

habits - வளர்முறைகள், வளர் இயல்புகள், வகைகள்
habitats - இயற்கைப் படிக அமைப்புகள், வாழ் இடங்கள்
hacksawing - இரம்ப அறுவை
hade - எழுகோணம்
haemal arch - இரத்தக் குழல்வழி வளைவு
haematemis - இரத்த வாந்தி
haematocele இரத்தம் கட்டுதல்
haematoma - இரத்தக் கட்டி
haemophoids - மூலம்
haemodynamic changes - இரத்த ஓட்ட மாற்றங்கள்
haemoglobin - இரத்தக்குளோபின்
haemoglobin electrophoresis - உறீமோகுளோபின் மின்பகுப்பாய்வு
haemolysis - இரத்த அணுச் சிதைவு
haemorrhagic shock - இரத்த இழப்பு அதிர்ச்சி
hair follicle - மயிர்க்கால் பள்ளம்
hair spring - மயிர் விற்சுருள்
half beaks - அரை அலகிகள்
half life period - அரை ஆயுள் காலம்
halfperiod - அரை அலைநேரம்
halftone block - அரைவரிநிலைப் படக்கட்டை

halftone screen - அரைவரித்திரை
half wave rectifier - அரைஅலைதிருத்தி
half wave symmetry - அரைஅலைச் சமச்சீர்மை
halloysite - ஹல்லாய்சைட்டு
halocline - உவர்ப்புச்சரிவுப்பகுதி
halogen - உப்பீனி
halogenating agent - ஹாலோஜனேற்றி
halogenation - ஹாலோஜனேற்றம்
hammer - சம்மட்டி
hammer type - சுத்தியல் வகை
hand level - ரசமட்டம்
H-arm - காந்தப்புலக் கை
hard acid - வன் அமிலம்
hard base - வன் காரம்
hardened steel - கடினப்படுத்திய எஃகு
hardness - கடினத்தன்மை
hardening - வன்மைப்படுத்தல்
hard roller silver - கடின உருள் வெள்ளி
hard variable - வன்மாறி
harmone - நாளமில்லாச் சுரப்பி
harmones - உட்சுரப்பி நீர்
harmonic analyser - கிளையலை ஆய்வி
harmonic components - கிளையலை உறுப்புகள்
harmonic oscillator - இசைவு ஊசலி, கிளையலை இயற்றி
harmonic oscillator - சிரிசை அலைவியற்றி
harvest index - அறுவடைக் குறியீடு
harvesting blade - அறுவடை அலகு
harvesting machines - அறுவடை எந்திரங்கள்
harvesting methods - அறுவடை முறைகள்
harvest moon - அறுவடை நிலா
header - காற்றுத் திரளும் திறப்பு
head injury - தலையடி
hearing aid - கேள்விப்பொறி
heart attack - மார்பு வலி, மாரடைப்பு
heart - sound - இதய ஒலி
heart wood - வைரக்கட்டை, சேவு
heat content - வெப்ப உள்ளடக்கம்
heat convection - வெப்பச் சுழற்சி
heat engine - வெப்பப் பொறி
heat exchanger - வெப்பப் பரிமாற்றி
heating effect - வெப்ப விளைவு
heat of combustion - எரிதல் வெப்பம்
heat output - வெப்ப வெளியீடு
heat source - வெப்ப மூலம்
heat transfer - வெப்ப மாற்றம்
heat treatment - வெப்ப வாட்டல்
heavy hydrogen - கன ஹைட்ரஜன்
heavy metal - கன உலோகம்
heavy press fit - வல் அழுந்துப் பொருத்து
heavy water reactor - கனநீர் உலை
helical - எழுசுருள் வடிவ, சுருளை வடிவ
helicopter - திருகு ஊர்தி
heliocentric parallax (stellar parallax) - ஞாயிற்று மையத் தோற்றப்பிழை
heliostat - கதிர், ஒளிநிலை, சூரிய ஒளிநிலை
helix - திருகுசுருள், சுருளை
hemiazygos - அரை அசைகாஸ்
hemianopia - அரைப்புலக்குருடு
hemichordates - அரைநாணுள்ளவை
hemicyclinder - அரை உருளை
hemihedral - அரைப்பட்டக
hemihedral class - அரைப்பட்டக வகை
hemihedron - அரைப்பட்டகம்
hemimorphic - அரை உருவ
hemimorphic class - அரைஉருவ வகை
hemimorphous - அரைவடிவ
hemispherical resonator - அரைக்கோள ஒத்ததிர்வி
hepatic caecae - கல்லீரல் பையமைப்புகள்
hepatic sac - ஈரல் பை
herbicides - களைக்கொல்லிகள்
herbs - குறுஞ்செடிகள்
herbivore - தாவரவுண்ணி
hereditary disease - பரம்பரைநோய், மரபு நோய்
hereditary factor - பாரம்பரியக் காரணி, மரபுக் காரணி
hereditary fructose intolerance - மரபுவழி ஃப்ரக்டோஸ் தாங்காத்திறன்
hermaphrodite - இருபாலி
hermaphroditism - அலித்தன்மை
hermit crab - துறவி நண்டு
hernia - குடல் பிதுக்கம், குடலிறக்கம்
herniation - குடல் பிதுக்கல்
herpes genitalis - பிறப்புறுப்புச் சிற்றக்கி
herpe simplex virus - சிற்றக்கி, அதி நுண்ணுயிர்
herpes virus - ஹெர்ப்பிஸ், அதிநுண்ணுயிர்
herpetology - ஊர்வனவியல்
heterocercal caudal fin - மேல் நீண்ட வால் துடுப்பு
heterocharge- மாற்று மின்னூட்டம்
heterocyclic - வேற்றணு வளையம்
heterodyne - பன்மை இயக்க முறை
heterodyne system - பன்மை இயக்க அமைப்பு
heterotrotrophs- மாறு ஊட்டிகள்
heterozygotes - மாறுசார் கூட்டுடைய
hexagon - அறுகோணம்
hexagonal - அறுகோண
hexagonal crystal system - அறுகோணப் படிகத் தொகுதி
hibernation - குளிர் உறக்கம்
high bulk - உயர் புடைப்பு

high conversion ratio - உயர்மாற்று விகிதம்
high count sheer - உயர் எண் மெல்லிய ஆடைகள்
high energy accelerator - உயர் ஆற்றல் முடுக்கி
higher enrichment uranium - உயர் செறிவூட்ட யுரேனியம்
high frequency - உயர் அலைவெண், உயர் அதிர்வெண்
high neutron capture rate - உயரளவு நியூட்ரான் பிடிவீதம்
high northern latitude - உயர் வட அகலாங்கு
high power pulse - உயர் திறன் துடிப்பு
high pressure - உயர் அழுத்தம்
high thermal conductivity உயர் வெப்பக்கடத்துதிறன்
high tide - உயர் ஓதம்
hilum of the lung - நுரையீரல் வாய்ப்பகுதி
hind limb - பின்னங்கால்
histogram - அலைவெண் செவ்வகம்
historical வரலாற்றியல்
H-mode - அலைமுறை, காந்த
hoffman's exhaustive methylation - ஹாப்மன் கடைநிலை மெதிலேற்றம்
hogbaek, cuesta - சாய்வு மேடு
hollow - உள்ளீடற்ற, குழலான
hollow shafting - குழல் அச்சுத்தண்டு
holohedral - பரும்பட்டக
holomorphous - பரு வடிவு
homocytinuria - ஹோமோசைட்டின் நீரிழிவு
homogenizers - ஒருமைப்படுத்திகள்
homogentisic aciduria - ஹோமோஜென்ட்டிசிக் அமில நீரிழிவு
homoiosmotic organism - ஊடுகலப்புச் சீராக்க உயிரி
homologous - ஓரியல்பான
homolographic, homologous - ஒத்த அமைப்புடைய
homologous series - படிவரிசை
homolytic fission - சமச்சீர் பிளவு
homomorphic - ஒத்தவடிவுடைய
homonymous hemianopia - இருதிற அரைப்புலக்குருடு
homosomatic organism - ஊடுகலப்புச் சீராக்க உயிரி
homozygotes - சமச்சீர் கூட்டுடைய
honey dew - தேன் பனி
hoof - குளம்பு
horizon - தொடுவானம்
horizontal - கிடை
horizontal scanning - கிடையலகீடு
horizontal measurement - கிடை அளவை
horizontal parallax - தொடுவானத் தோற்றப்பிழை
horizontal sections - கிடைநிலைப் பிரிவுகள்
horizontal spines - கிடைநிலை முள்கள்
horizontal stratification - கிடை நிலைஅடுக்கமைவு
hormone - ஊக்கி
horn - கொம்பு
horn gap arrestor - கொம்பு இடைவெளி அலை யெழுச்சி அடக்கி
horsepower - குதிரைத்திறன்
host - ஓம்புயிர்
hot rolling - சூட்டுருட்டல்
hot spring - வெப்ப நீரூற்று
hot spring deposit - வெந்நீர் ஊற்றுப் படிவுகள்
hot wire - சூட்டுக்கம்பி
housing - இருப்பகம்
H-plane tee - காந்தப்புலச் செங்குத்து இணைப்பு
hub - குடம்
human geography - மானிடப் புவிவரையியல்
humerus - மேற்கை எலும்பு
humidification - ஈரப்பதமூட்டல்
humid locations - ஈரமுள்ள இடங்கள்
hump - திமில்
hunter's moon - வேடுவர் நிலா
H-vector - காந்தப்புலத் திசையன்
hyaena - கழுதைப்புலி
hybrid - கலப்பினம்
hybrid circuits - கலப்புச் சுற்றுவழிகள்
hybridisation - இனக்கலப்பாக்கல்
hybrid tee - கலப்புச் செங்குத்து இணைப்பு
hydel power plant - நீர்மின் எந்திரத்தொகுதி
hydel power plant dam - நீர்மின்நிலைய அணை
hydration - நீரேற்றம்
hydraulic accumulator - நீரியல் சேமக்கலம்
hydraulic action - நீரோட்டச் செயல்
hydraulic backhoe - நீரியல் பின்கொழு
hydraulic crane - நீரியல் ஏந்தி
hydraulic head - நீரியல் உயரம், நீரியல் மட்டு
hydraulic piston - நீரியல் உலக்கை, நீரியல் அழுந்துருள்
hydraulic press - நீரியல் அழுத்தி
hydraulics - நீரியல், நீர்ப்பாய்வியல் நீர்மவியல், நீரியல்
hydraulic system - நீரியல் அமைப்பு
hydrocarbon minerals - ஹைட்ரோக்கார்பன் கனிமங்கள்
hydro cracker - ஹைட்ரஜன் முன்னிலையில் சிதைக்கும் கருவி
hydrocele scrotum - விரைப்பை நீர் வீக்கம்
hydrodynamics - நீரியங்கியல்
hydrodynamic force - நீர்ம இயக்கவிசை
hydro electric plant - நீர்மின்நிலையம்
hydrogen - ஹைடிரஜன்
hydrogenation - ஹைட்ரஜனேற்றம்

hydrogen bomb - ஹைடரஜன் குண்டு
hydrogen bond - ஹைடிரஜன் பிணைப்பு
hydrogen cycle - ஹைடிரஜன் வட்டம்
hydrogen production - ஹைடிரஜன் ஆக்கம்
hydro geology - நிலநீர் இயல், புவிநீரியல்
hydrolysis - நீராற்பகுப்பு
hydromagnetic wave - நீர்க் காந்த அலை
hydrometer - அடர்த்தியளவி
hydronium ion ஹைட்ரோனியம் அயனி
hydrophone - நீர் ஒலிமானி
hydroscopic - நீர் உறிஞ்சும் தன்மையான
hydrostatic pressure - நீர்நிலை அழுத்தம்
hydrous - நீரடங்கிய
hygoscopic - நீர் உறிஞ்சும்
hyperaldosteronism - ஆல்டோஸ்ட்டீரோன் மிகை
hyperbaric - அதி அழுத்த
hyperbaric oxygen chamber - அதி அழுத்த ஆக்சிஜன் அறை
hyperbola - அதிவளைவு
hyperboloid - அதிவளையகம்
hyperboloid of one sheet - ஒரு தகடு அதிவளையகம்
hyperboloid of two sheets - இரு தகடு அதிவளையகம்
hyperchlorthydris - அதி அமிலத் தன்மை
hyperine field - நுண் நிரல் வரிப்புலம்
hyper fine splitting - மீநுண் வரியமைப்பு
hypernucleus - அதி அணுக்கரு
hyperosmotic - மிகுந்த ஊடுகலப்பு
hypersensitivity reaction - மிகை உணர்வு மாற்றம்
hypertension - இரத்த அழுத்த மிகை, மிகை இரத்த அழுத்தம்
hypertritor - அதிடிரைட்டார்
hypertrophy - மிகைவளர்ச்சி
hypidiomorphic - இடை தன் உருவாக்கநிலை
hypogastric nerve - வயிற்றுக் கீழ் நரம்பு
hypogloycemia - இரத்தச் சர்க்கரை குறைவு
hypogynous - சூலக மேல்மட்ட
hypoosmotic - குறைந்த ஊடுகலப்பு
hypostome - கீழ்மையகம்
hypothesis - கருதுகோள்
hypothetical - கருதுகோள்முறை
hypsometer - இட உயரமானி
hysteria - இசிவு நோய்
hysteresis - காந்தத் தயக்கம்

I

ice age - உறைபனிக்காலம்
ICSU - அனைத்துலக அறிவியல் ஒன்றியங்களின் மன்றம்
icthyology - மீனியல்
ideal - கருத்தியல்
ideal fluid - கருத்தியல் பாய்மம்
ideal value - கருத்தியல் மதிப்பு
identical - முற்றொருமித்த
identification – இனங்காணல்
identity element - முற்றொருமை உறுப்பு
idiosyncrasy - உடலியலின் தனித்தன்மை
idio-type - முன்மாதிரிப்பயிர்
idiomorphic - தன் உருவாக்க
igneous rock - அனற் பாறை
ignition - தீ மூட்டல்
ignition energy - தீப்பற்ற வைக்கும் ஆற்றல்
ignition quality - தீ பற்றும் பண்பு
ileum – கடைச்சிறுகுடல்
image - படிமம்
imaginary axis - கற்பனை அச்சு
imbricate - ஒழுங்கற்ற திருகுமுறை
imbricate aestivation - ஒழுங்கற்ற திருகு அமைவு முறை
immersion density - மூளைப் பெட்டகம்
immovable vertebra – அசையா முள்ளெழும்பு
immunity system - உடல் பாதுகாப்பு இயல்
immunisation - தடுப்பாற்றல்
immunological test - தற்காப்பியல் ஆய்வு (தடுப்பாற்றியல்)
immunology - காப்பியல்
impact force - தாக்கும் விசை
impeller - தூண்டகம்
impeller eye - தூண்டகக் கண்
impendance - மறிப்பு
imperforate corals - துளையற்ற பவளங்கள்
impervious - நீர் ஊடுருவாத
impervious rock - ஊடுருவாப் பாறை
impetigo - சிறங்கு
implantation - கருஒட்டுதல்
impotence - ஆண்மையின்மை
impotency - மலட்டுத்தன்மை
impregnation - அகம் ஊட்டல்
impregnated fibrous materials - அக ஊட்டமிட்ட இழைப்பொருள்கள்
impregnation of windings - அகம் ஊட்டுதல், சுருணைகளின்
impressive - ஆட்கொள்ளும் வலிமை
impulse - தூண்டுவிசை
impulse turbine தூண்டு விசைச் சுழலி
impulse voltage - துடிப்பலை மின்னழுத்தம்
impulsion force - உள்நோக்கி அழுத்தும் விசை
impulsion waves - உள்நோக்கி வெடித்தல் அலை
impurities - மாசுகள்
inborn reflex (unconditioned reflex) - இயல்பு அனிச்சை செயல்

inbreeding mating - உள் கலப்பினம்
incandescence - வெண்சுடர் நிலை
incandescent lamps - வெண் சுடர் இழை விளக்குகள்
incinerate - சாம்பலாக்குதல்
incipient - தொடக்க நிலை
incircle - உள்வட்டம்
inclined plane - சாய்தளம்
incisors - வெட்டும் பற்கள்
inclined vane - சாய்வு இதழ்
incompressible - அமுங்காத
incompressible flow - ஒட்டம்
incore instrument - உலை உட்பகுதிக்கான கருவி
incus - பட்டறை எலும்பு
incrustation - பொருக்கு
incompatibility - ஏற்புடைத்தகவின்மை
indefinite - திட்டவட்டமற்ற
indentical particles - சர்வசமத் துகள்கள்
independent co ordinates - சார்பிலா ஆய்ங்கள்
independent decay - தற்சார்பான சிதைவு
independent particlemodel - சார்பிலாத்துகள் படிமம்
independent variable - சாரா மாறி
indeterminate equation of first order - முதல்வரிசைத் தேராச் சமண்பாடு
indeterminate species - அளவுறா உயிரினங்கள்
index - அடுக்கு
index - சுட்டெண்
index - பொருள்சுட்டு
indexing serials - வரிசைத் தொகுப்புகள்
index types - பொருள்சுட்டு வகைகள்
indicating - சுட்டுதல்
indicator - காட்டி
indicator - குறிமுள், காட்டி
indicator constant - காட்டி மாறிலி
indirect development - மறைமுக வளர்ச்சி
indirect frequency modulation - மறைமுக அலை வெண் குறிப்பேற்றம்
indirect measurement - மறைமுக அளவை
induced - தூண்டப்பட்ட
induced fission - தூண்டற்பிளவு
inductance - தூண்டம்
induction - தொகுமுறை, தூண்டுமுறை
induction, excitation - தூண்டல், கிளர்வு
induction generator - தூண்டல் மின் ஆக்கி
induction period - தேக்கக் காலம்
inductive - தூண்ட
inductive - தொகுமுறை
inductive load - தூண்டச் சுமை
inductor - தூண்டி
inertia - உறழ்வு
infantile hemiplegia - குழவி பக்கவாத நோய்
inert gas - மந்த வளிமம்
inertia நிலைமம், மடிமை, உறழ்மை
inertial confinement - மடிமைச் சிறை
infection - புரையாதல்
infection - நோய்த்தொற்று
infectious diseases - ஒட்டு நோய்கள்
infer - உய்த்துணர்
inference - உணர்கோள்
inferior vena cava - கீழ்ப் பெருஞ்சிரை
infinite - முடிவிலி
infinite series - முடிவிலாத்தொடர், வாம்பிலித் தொடர்
infinity - அளவிலி, கந்தழி
inflammable - தீப்பற்றக்கூடிய
inflammation - அழற்சி
influenza - சளிக்காய்ச்சல்
influenza - நச்சுக் காய்ச்சல்
information - தகவல், செய்தி
information science - செய்தி அறிவியல்
infra nuclear process - அணுக்கரு அக்வினைகள்
infrared - அகச்சிவப்பு
infrared astronomy - அகச்சிவப்பு வானியல்
infrared detector - அகச்சிவப்புக் காணி
infrared image convertor tube - அகச்சிவப்பு உருவ மாற்றுக்குழாய்
infrared lamp - அகச்சிவப்பு விளக்கு
infrared rays - அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்
infrared wave - அகச்சிவப்பு அலை
infra sound - அக ஒலி
infra temporal fossa - கீழ்பொட்டுக் குழி
infundibuliform - புனல் வடிவ
ingrain dye - படிந்த சாயம்
inguinal bubo - அரையாப்பு
inguinal canal - இங்குய்னல் கால்வாய்
inguinal lymph nodes - தொடை இடுக்கு நிணநீர் முடிச்சுகள்
inherent - இயல்பான
inhomogenous - ஒருபடித்தற்ற
initial system - தொடக்க அமைப்பு
initiative - தன்முயற்சி
injuries - காயங்கள்
inlet - நுழைவாய்
inlet pipe - நுழைகுழாய்
inlet opening - நுழைவாய்த் திறப்பு
inner - உள்
inner epidermis - உள்பக்கப் புறத்தோல்
innermost orbit - உள்வட்டணை
inner salt - உட்சார்ந்த உப்பு
innominate bone - இடுப்பெலும்பு

innominate vein - இடுப்பு மேற்சிரை
inorganic acid - கனிம அமிலம்
input - உள்தருகை, உள்ளீடு
inradius - உள்ளாரம்
insect - பூச்சி
insecticide - பூச்சிக்கொல்லி
insequent streams - சாய்வுக்குட்படா ஓடைகள்
instrument - அளவுக்கருவி, கருவி
instrumentation - கருவி அளவியல்
insulated neutral - காப்பீடிட்டநிலப்பகுதி
insulation - காப்பீடு
insulator - மின்காப்பி, காப்புப்பொருள்
intake - உட்கொள்ளளவு
intaglio, gems - மணிக்கல் குடை பதக்கம்
integer – முழுஎண்
integral - ஒருங்கிணைந்த
integral - தொகையீடு
integral planning - ஒருங்கிணைந்த திட்டம்
integrated - ஒருங்கிணைந்த
integrated circuits - ஒருங்கிணைந்த சுற்றுவழிகள்
integrating - தொகுத்தல்
integrating instruments, electrical, - தொகுப்புக் கருவிகள், மின்னியல்
integrating meter - தொகுப்பு அளவி
integration - தொகுத்தல், தொகையீடு
integrator - தொகுப்பி
intersection angle - வெட்டு கோணம்
intersection set - வெட்டு கணம்
intelligence - அறிதிறன்
intensely - செறிவாக
interact - இடையீட்டு வினை, இடைவினை
intercalary meristem – இடைப்பட்ட ஆக்கு திசு
interchange instability - பரிமாற்ற நிலைப்பின்மை
intercommunication - இடைத்தொடர்பு, உள்ளிடத் தொடர்பு
inter crital diameter - உச்சிகளுக்கிடை விட்டம்
inter cropping - ஊடுபயிர் முறை
interference - குறுக்கீடு
interference colours - குறுக்கீட்டு நிறங்கள்
interferrometer - குறுக்கீட்டுமானி
interhaemal plate- இடை இரததக்குழல்வழித் தட்டு
interim storage - இடைநிலைத் தேக்கம்
interior point - அகப்புள்ளி
interlacings - அள்ளுகள்
interlock - இடைப்பூட்டு
interlocked - பின்னிப்பூட்டிய
intermediate - இடைநிலை
intermediate reactor - இடைநிலை உலை
intermolecular - மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட
internal - அக
internal caliper - உள் இடுக்களவன்
internal compustion engine - உள் எரி இயந்திரம்
internal endometriosis - உள் இடமகல் கருப்பையகப் படலம்
internal energy - அக ஆற்றல்
internal pressure - அக அழுத்தம்
internal reflection - அக எதிர்பலிப்பு
internal reflection, total - அக எதிர்பலிப்பு, முழு
internals – உள் உறுப்புகள்
internal structure - அகக் கட்டமைப்பு
internal surges – அக அலையெழுச்சிகள்
international date line - அனைத்துலகத் தேதிக்கோடு
international union of pure and applied chemistry - அனைத்துலகத் தனி, ஆக்க வேதியியல் கழகம்
interneural plate - இடை நரம்பியல் தட்டு
internodes - இடைக்கணுக்கள்
internuncial neuron - இணைக்கும் நரம்பணு
interparietal bone - நடுமண்டை எலும்பு
inter radius - இடை ஆரம்
interrelation - இடையுறவு
intersex - இடைநிலைப் பாலுயிரி
interspinous diameter - முட்டுகளுக்கிடை விட்டம்
interstellar cloud - உடுக்கணத்து இடைமுகில்
interstellar energy - உடுக்கணத்து இடை ஆற்றல்
interstellar matter - உடுக்கணத்து இடைவெளிப் பொருள்
intersteller space - உடுக்கணத்து இடைவெளி
inter valvc - நுழைவிதழ், இடை இதழ்
inter vertebral discs - இடை முள்ளெலும்பு வளையங்கள்
interview - நேர்முகப் பேட்டி
interstitial cells - இடைநிலை உயிரணுக்கள்
intertidal zone - ஓத இடைப் பரப்பு
intertuberous diameter - முண்டு இடைவிட்டம்
intertype machine – இடை அச்செழுத்து வகை எந்திரம்
intestine – குடல்
intestinal caecum - குடல் நீட்சி, குடற்பை
intestinal perforation - குடலில் ஒட்டை, குடல்துளை
intra cardiac phono cardiogram - இதய உடபுற ஒலிப் படப்பிடிப்பு
intramolecular - மூலக்கூறு உட்சார்ந்த,
intravenous - சிரைவழி
intrinsic spin - உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சி, இயல் தற்சுழற்சி
intromittant organ- புணர் உறுப்பு
introvert - உள்வாங்கி
intrusive rock - ஊடுருவியபாறை
invagination - உட்குழிவு
invariant relationship - வேறுபடாத் தொடர்பு

labrum - மேலுதடு
labrynth seal - சுழல் அடைப்பு
laccolith - பெருங்குவிப் பாறை
lacquers - அரக்கு பூச்சுகள், அரக்குக் குழைவனங்கள்
lactalbumin - பால் அல்புமின்
lacuna - குருதி வெளி
lag - பிந்தல்
lagoon - காயல்கள்
lamellar - தாள் படல, மென்படல
lamellibranchs - தகட்டுச் செவுளிகள்
laments - இழைகள்
laminar flow - அடுக்கோட்டம், அடுக்குபபாய்வு
laminated - அடுக்காகவுள்ள
laminates - அடுக்ககிகள்
laminating - அடுக்குச் செய்தல்
lanceolate - ஈட்டி வடிவம்
language of science - அறிவியலின் மொழி
lanthanide contraction - லாந்தனைடு சுருக்கம்
lappets - மடல்கள், அணை நாடாக்கள், அணை மென்துகில்
lapping - அணைவு
lapping machine - அணைவு எந்திரம்
laplace expansion - லெப்லாஸ் விரிவு
lapra bacilli - தொழுநோய் நுண்ணுயிர்
laprotomy scars - வயிற்றுப்பகுதி அறுவை சிகிச்சைத் தடுப்புகள்
lap soldering - அணை சூட்டிணைப்பு
lap winding - அணை சுருணை
lap wing - ஆள்காட்டிக் குருவி
largest fusion reaction - உச்ச அணுப் பிணைப்பு வினை
larva - இளம் உயிரி, வேற்றிளரி, முட்டைப்புழு, இளவுயிரி, இளரி, வேற்றிளவுயிரி
larvae - இளரிகள்
laser beam - லேசர் ஒளிக்கற்றை
latent heat - உள்ளுறை வெப்பம்
latent root - உள்ளுறை வேர்
lateral edges - பக்கவாட்டு விளிம்புகள்
lateral eye - மருங்குக் கண்
lateral geniculate body - நரம்பு பக்க மையம்
lateral line - பக்கக் கோடு
lateral meristem - பக்க ஆக்கு திசு
lateral support - பக்கத் தாங்கல்
lateral supression - பக்கவாட்ட அமுக்கம்
latex - பால்போன்ற சாறு, பால்மம்
lathe - கடைசல் எந்திரம்
latitude - அகலாங்கு
latitude effect - அகலாங்கு விளைவு
lattice - அணிக்கோபபு
lattice energy - அணிக்கோப்பு ஆற்றல்
launch vehicle - விண்கோள் ஏவூர்தி, ஏவூர்தி
lava - எரிமலைக்குழம்பு
law of mass action - பொருண்மைச் செயல் விதி
laws - விதிகள்
layered igneou complex - அடுக்கு அமைந்த அனற்பாறைத் தொகுதி
lead - முந்தல்
leads - கம்பி முனைகள், ஈறுமுனைகள்
lead sheath - ஈயப் புறணி
lead target - ஈய இலக்கு
leaf axils - இலைக்கோணங்கள்
leak - ஒழுக்கு
least diameter - சிறும விட்டம்
least square method-மீச்சிறு இருமடி முறை
leaching - அலசுதல்
leaflet - சிற்றிலை
leaf spring - இலை விற்சுருள்
left ventricle - இதய இடக் கீழறை
lens - கண்ணாடி வில்லை
lesion - உறுப்பு நைவு நோய்க்கூற்று மாற்றங்கள்
lesser or true pelvis - சிறிய அல்லது உண்மை இடுப்புக்குழி
less than cumulative frequency polygon - கீழ்மை குவிவு அலைவெண் பலகோணம்
less than percentage polygon - கீழமை விழுக்காட்டுக் குவிவு அலைவெண் பலகோணம்
letterhead - இலச்சினைத்தாள், தன்முகவரித்தாள்
letter press - எழுத்தச்சு முறை
leuco, colourless - நிறமற்ற
leucocratic - மென்னிற
level - மட்டம்
levelling instrument - மட்டகி
lievelling staff - மட்டக் கம்பம்
licence - உரிமம்
lgands - ஈந்தணைவிக்கும் சூழினங்கள்
light - ஒளி
lightning arrester - இடிதாங்கி, மின்னல் கடத்தி
lightning discharge terminal - மின்னல் இறக்க முனைகள்
light press fit - மெல் அழுந்துப் பொருத்து
light ray - ஒளிக்கதிர்
light scattering - ஒளிச் சிதறல்
light water - மென்னீர்
light water reactor - மென்னீர் உலை, மென்னீர் வினைகலன்
light year - ஒளி ஆண்டு
lighite - பழுப்பு நிலக்கரி
lime water - சுண்ணாம்பு நீர்
limiter circuit - வரம்புச் சுற்றுவழி
limiting conductance - வரம்புக் கடத்தம்

limiting modulating index - வரம்பிடும் குறிப்பேற்ற எண்
limit point - அடர்த்திப் புள்ளி, எல்லைப்புள்ளி
limit switches - வரம்பு இணைப்பு மாற்றிகள்
limnetic zone - திறந்த நீர்ப்பகுதி
line - மின்தொடர்
linea alha - நீள்வெண் நார்த்திசைப் படலம்
linear - நேரியல், நேர்கோட்டு
linear combination - ஒருப்படிச் சேர்மானம்
linear diameter - நேரியல் விட்டம்
linear equation - நேரியல் சமன்பாடு
linearity - நேர்கோட்டியல்பு
linear measurement - நீட்டல் அளவு
linear programming - நேரியல் திட்டமிடல்
linear space - நேரியல் வெளி
linear system analysis - நேரியல் அமைப்புப் பகுப்பாய்வு
linear transformation - நேரியல் உருமாற்றம்
line block - கோட்டுப் படக்கட்டை
line of flat colour work - கோடு அல்லது தட்டை வண்ண அச்சடிப்பு
lines of force - விசைக்கோடுகள்
line of position - இருப்புக்கோடு
liner or spacer micanite - புற உறை அல்லது இட் நிரப்பு அபிரகி
line shafting - தொடர் அச்சுத்தண்டு இணைப்பு
linguate - நாக்கு வடிவ
linguistics மொழியியல
liniation - கோட்டுப் பிளவு
lining - உள்ளுறை
lino film - வரியச்சுப் படல் எந்திரம்
linotype and inter type machines - வரியச்சு, இடையச்சு எந்திரங்கள்
lipolysis - கொழுப்பு அழிவு
liquid - நீர்மம்
liquid air - நீர்மக் காற்று
liquid drop model - நீர்மத்துளிப் படிமம்
liquid extraction - நீர்மம் பிரித்தெடுத்தல்
liquid friction - நீர்ம உராய்வு
liquid friction damping - நீர்ம உராய்வு ஒடுக்கல்
liquid hydrogen fluoride - நீர்ம ஹைட்ரஜன் ஃப்ளூரைடு
liquid limit - நீர்ம வரம்பு
liquid rocket - நீர்ம ஏவூர்தி
liquid state - நீர்ம நிலை
liquifaction - நீர்மமாக்குதல்
literature guides - இலக்கிய வழிகாட்டிகள்
litho and offset plates - கல்லச்சு, மறுதோன்றி அச்சுத்தகடுகள்
lithography - கல்லச்சு வரைமுறை
lithosphere - பாறைப்பகுதி மண்டிலம்
litho stratigraphy - அடுக்குப் பாறை இயல்பியல்
liver - ஈரல
liver abscess - கல்லீரலில் சீழ்க்கட்டி
livestock disease - கால்நடை நோய்
load - சுமை
load changes - சுமை மாற்றங்கள்
load demand - சுமைத் தேவை
loader - சுமை ஏற்றி
load following capability - சுமை தொடரும் வல்லமை
load range - சுமை இடைவெளி
lobe - இணை இதழ்
lobes - பிளவுகள், பிளவு
local hot spot - உள் வெப்பப்புள்ளி
local power peaking factor - உட்புற மின்திறன் உச்சக் கூறு
locking tap - பூட்டக்கூடிய முனை
lock nut for rotor - சுழலகம் பூட்டும் மரை
locomotion (zool) - இடப்பெயர்ச்சி
loculicidel capsule - அறை வெடிக்கனி
locus - இயங்கு பாதை, இருப்புவளை
logarithm - மடக்கை
logarithmic function - மடக்கைச் சார்பு
logarithmic intergral - மடக்கைத் தொகை
logic - அளவையியல்
logic deductive - அளவையியல், பகுமுறை
logic, dielectical - அளவையியல், முரணியக்க
logic, formal - அளவையியல், அடிப்படை (மரபு)
logical forms - அளவையியல் வடிவங்கள்
logic, inductive - அளவையியல், தொகுமுறை
logic, many valued - அளவையியல், பன்மதிப்புடைய
logic, mathematical - அளவையியல், கணித
logic, modal - அளவையியல், நிகழ்தன்மை
logic, probabilistic - அளவையியல், நிகழ்தகவியல்பு
long distance communication - நெடுந்தொலைத் தொடர்பியல்
longitude - நெட்டாங்கு
longitudinal - நீள வாட்டு
longitudinal & circular - நீளவாட்டு & சுற்றுவாட்டு
longitudinal current - நெடுக்கு மின்னோட்டம்
longitudinal muscle - நீள்தசை
longitudinal muscles - நீளத்தசை நார்கள்
longitudinal wave - நெட்டலை
loop - கண்ணி
loop concept - வளைய அமைப்பு
loosely coupled - தளர் பிணைவு
lopolith - பெருங்குழிப் பாறை
loss cone - இழப்புக் கூம்பு
loss of heat energy - வெப்ப ஆற்றல் இழப்பு
lotion - கழிவு நீர்மம்

loudness - ஓசை
loud speaker - உரக்கப் பேசி, ஒலிபெருக்கி
lower energy level - குறை ஆற்றல் மட்டம்
lower eye lid - கண் கீழிமை
lower jaw - கீழ்த் தாடை
lower limit - கீழ் எல்லை, கீழ் வரம்பு
low pass filter - தாழ்கடத்தல் வடிப்பி
low power oscillator - குறை திறன் அலைவியற்றி
lubricating oil - மசகு எண்ணெய், உயவு எண்ணெய்
lubricants - உயவுப் பொருள்
lumbago - இடுப்பு வலி
lumber region - கீழ்முதுகுப் பகுதி
lumbar vertebra - இடுப்பு முள்ளெலும்பு
luminiscence - ஒளிர்வு
luminosity - ஒளித்திறன், ஒளிர்மை
lump - கட்டி
lumped circuit constants - திறன் சுற்றுவழி உறுப்புகள்
lunar day - சந்திர வழிநாள்
lung - நுரையீரல்
lung abscess - நுரையீரல் சீழ்க்கட்டி
lustre - மிளிர்வு
lustrous - சுடர்விடும்
lymphalies - நிண நீர் நாளங்கள்
lymph gland - வடிநீர்க்கோளம்
lympho granuloma - வடிநீரக நுண்மணிப்புற்று
lymph space - நிணநீர் இடைவெளி

M

machine - எந்திரம்
machine composing - எந்திரமுறை அச்சுக்கோப்பு
machine element - எந்திர உறுப்பு
machine finished - எந்திரச் சீர்செய்த
machine lapping - எந்திர அணைவு
machine tool எந்திரக் கருவி
macro axis - நெட்டச்சு
macrodome - நெட்டச்சுக் குவிமாடம்
macro level - பெருநிலை மட்டம்
macual - பார்வைப் புள்ளி
madreporite - கற்சல்லடைத் தட்டு, துணைத்தட்டு
magic numbers - மாய எண்கள்
magic tee - மாயச்செங்குத்து இணைப்பு
magma - பாறைக்குழம்பு
magnet - காந்தம்
magnetic bottle - காந்தக் குடுவை
magnetic compass - காந்த வட்டை
magnetic confinement - காந்தச் சிறைக்கலம்
magnetic dipole moment - காந்த இருமுனைத் திருப்புதிறன்
magnetic disc - காந்த வட்டில்
magnetic effect - காந்த விளைவு
magnetic energy - காந்த ஆற்றல்
magnetic flux - காந்தப் பெருக்கு
magnetic flux density - காந்தப் பெருக்கு அடர்த்தி
magnetic jack - காந்தவிசைக் கருவி, காந்த முட்டு
magnetic mirror - காந்தக் கண்ணாடி
magnetic mirror confinement - கண்ணாடிக் காந்தச் சிறை
magnetic moment - காந்தத்திருப்புத் திறன்
magnetic screening - காந்தத்தடுப்பு, காந்தத் திரையிடல்
magnetic tape - காந்த நாடா
magnetic well - காந்தக் கிணறு
magnetising - காந்தப்படுத்தல்
magnetometer - காந்தமானி
magneto sonic wave - காந்த ஒலி அலை
magneto spectrograph காந்த நிறமாலை வரைவு
magnification - உருப்பெருக்கம்
magnitude - பருமை
main contact - முதன்மைத் தொடுகை
main sequence - முதன்மை வரிசைமுறை
main spring - தலைமை வில்சுருள், முதன்மைவிற் சுருள்
maintenability of equipment - சாதனம் பேணுமை
maintenance - பேணுதல்
major axis பெரும் அச்சு
male gametes - ஆண் கேமீட்டுகள்
malieu interior - உடனுள் நிலை
malignant tumors - உயிருக்குக்கேடு விளைவிக்கும்
malleus - சுத்தி எலும்பு
mammal - பாலூட்டி
mammalogy - பாலூட்டியியல்
manager - மேலாளர்
management - மேலாண்மை
mandible - கீழ்த்தாடை எலும்பு
mandible (insect) - வெட்டும் தாடை
mandrel - சுழலச்சு
man hole - இறங்கும் வழி
manometer அழுத்தமானி
mantle - புவிப் புறணி
mantle cavity - படலக்குழி
mandibular nerve-கீழ்த்தாடை நரம்பு
manual labour - மனித உழைப்பு
manufacturer's literature - பொருள் தயாரிப்பாளர் களின் இலக்கியம்
map - நிலப்படம்
mapping - நிலப்படம் வரைதல்
maple syrup urine disease - மாப்பிள் சாறு சிறுநீர் நோய்

marginal meristem – விளிம்பு ஆக்கு திசு
marginal placentation - விளிம்பொட்டிய சூலக அமைவு
marginal plates - ஓரத் தகடுகள்
marine - கடல்சார்
marine ecosystem - கடல் சூழலமைப்பு
marine geology - கடல்சார் நில இயல்
marine or hydrographid survey - கடல் அளக்கை அல்லது நீர்ப்பரப்பு அளக்கை
marl - மணற் சுண்ணாம்பு
mars - செவ்வாய்
marsapial mammals - பைப் பாலூட்டிகள்
masking agent - திரையிடும் பொருள்
masks - வண்ணத் திருத்திகள்
mass defect - நிறை இழப்பு, பொருண்மை இழப்பு
mass distribution - நிறை பரவல், பொருண்மைப் பரவல்
mass energy equivalence - பொருண்மை ஆற்றல் சமன் (இணைமாற்று)
mass - பொதி, பொருண்மை
mass number - பொருண்மை எண்
mass spectrograph - நிறைநிரல் வரைவி, பொருண்மை நிரல் வரை
massief rocks - திண்ணிலைப் பாறைகள்
master artwork - தலைமைக் கலைப்படம்
mass unit - நிறையலகு, பொருண்மை அலகு
material - பொருள் சார், பொருள்
materialism - பொருள்முதல் வாதம்
mathematical - கணித
mathematical logic - கணித அளவையியல்
mathematically - கணிதவியலாக
mat foundations - பாய் அடிமானங்கள்
matrix - அச்சணி
matrix algebra - அணி இயற்கணிதம்
matrix calculus - அணி நுண் கணிதம்
matrix equation - அணி கணிதச் சமன்பாடு
matrix mechanics - அணி விசையியல், அணி இயக்க வியல்
matrix multiplication – அணிப் பெருக்கல்
matrix theory - அணிக் கோட்பாடு
matrix unit - அணிஅலகு
matter – பருப்பொருள், பொருள்
maxilla - துருவு தாடை
maximum - பெருமம்
maximum value - பெரும மதிப்பு
maximum limit - பெரும எல்லை, பெரும வரம்பு
maximum particle size - பெருமத் துகள் அளவு
maximum response - பெருமத் துலங்கல்
maximum slope - பெருமச் சரிமானம்
maxwell's equations - மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள்

meander - ஆற்றுவளைவு, நெளியாறு
measles - அம்மை நோய்
measurement அளவை
measurement errors - அளவைப் பிழைகள்
measurement of power - திறனை அளத்தல்
mechanics - இயக்கவியல், விசையியல்
mechanical - எந்திர, இயக்க
mechanical axis - இயக்க அச்சு
mechanical oscillation - இயக்க அலைவுகள்
mechanical power - எந்திரத்திறன், இயக்கத்திறன்
mechanism - இயங்கமைப்பு, நிகழ்முறை
medial - நடு
medial head - உட்புறத் தலை
mediastinal veins - மார்பு நடுச் சிரைகள்
mediastinum - மார்பு நடு
medial rotation - நடு உட்சுழல்
medium - இடையகம், ஊடகம்
medium angle - நடுநிலைக் கோணம்
medium press fit - நடுத்தர அழுந்துப் பொருத்து
medium weight fabrics - இடைநிலை எடை ஆடைகள்
median - இடைநிலை, நடுவன்
median anterior eye - முன் நடுக்கண்
medulla oblongata - முகுளம்
meiotic division - குன்றல் பிரிவு
meiosis - குன்றல்
membrane - சவ்வு, மென்படலம்
membranous part - படலப்பகுதி
mendelian recessive inheritance - மெண்டல் ஒடுங்கு நிலை மரபு
meningitis - மூளை உறை அழற்சி
menstrual cycle கருபடாச் சினைநீக்கச் சுழற்சி
mensuration - அளவுக்கணிப்பியல்
mental illness - மனநோய்
mercerised - பதமூட்டப்பட்ட
mercury - பாதரசம், இதள்
meridian - வான் நெடுவரை
meridian circle - உச்சிவட்டம்
merit rating - பெருமைக் குறியீடு
mesenterial filaments – குடல் தாங்கி இழைகள்
mesenteric lymph gland - குடல்தாங்கி நிணநீர்ச் சுரப்பி
mesentery - குடல்தாங்கி
meshes - வலைக்கண்கள்
mesocarp - இடைப்பகுதி
mesometrium - இடுப்பு விதானம்
meso salphinx - கரு முட்டைக் குழாய் வலை
mesosoma - இடை உடற்பகுதி
mesothorax - இடை மார்புப் பகுதி
mesozoic era – இடைஉயிர் ஊழி

metabolic - வளர்சிதை மாற்ற
metabolism – வளர்சிதை மாற்றம்
metacarpal region - உள்ளங்கைப் பகுதி
metal - உலோகம்
metal chelate complex - உலோக இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள்
metal ion buffer - உலோக அயனிக்கரைசல்
metallic fatigue - உலோகத் தளர்ச்சி, உலோக அயர்வு
metallic ore - உலோகத் தாது
metallic salt - உலோக உப்பு
metallic tape - பொன்ம இழை நாடா
metallography – உலோகஉட்கூறு அமைப்பு
metalloid - உலோகப்போலி
metallurgy - உலோகவியல்
metal oxide - உலோக ஆக்சைடு
metal vessel - உலோகக் கலன்
metamorphic rock – உருமாற்றப்பாறை
metamorphism - உருமாற்றம்
metamorphosed limestones - உருமாறிய சுண்ணாம்புக் கற்கள்
metamorphosis - வளர் உருமாற்றம
metasoma - கடை உடற்பகுதி
metasomatism - உருகா உருமாற்றம்
metastable - சிற்றுறுதியான
metastasis - சிற்றுறுதிப் படுத்தல்
metathorax - கடை மார்புப் பகுதி
meteorite - விண்கல்
meteorological station - வானிலை நிலையம்
mteoerological supervision - வானிலைக் கண் காணிப்பு
meteorology - வானிலையியல்
meter - அளவி, மானி
meter board - அளவிப் பலகை
metering orifice - அளக்கும் துளைவாய்
method of measurements - அளத்தல் முறை
methodology - ஆராய்ச்சி முறை, முறையியல்
methodology of science - அறிவியலின் முறையியல்
methods - வழிமுறைகள்
methylation - மெத்தில் ஏற்றம்
metric space - அளவை வெளி
mica - அபிரகம்
mica group - அபிரகத் தொகுதி
micanites - அபிரகிகள்
microbe - நுண்ணுயிர்
microcircuitry - நுண் மின்சுற்றுவழி இயல்
microelectrolytic separation method - நுண் மின் முனைப் பகுப்பு முறை
microelectronics - நுண் மின்துகளியல்
microexplosion – நுண் வெடிப்பு
microfilm - நுண்படலம்
microinstabiligy - நுண் நிலைப்பின்மை
microlevel - நுண்ணிலைமட்டம்
micrometer - நுண்ணளவி
micromotion studies - நுண் அசைவு ஆய்வு
micronurition - சிறுநீர்க் கழிவு
micronutrients – நுண் ஊட்டங்கள்
microphagous - நுண்ணுயிருண்ணி
microphone - நுண்பேசி, ஒலி மின்னாக்கி, ஒலிவாங்கி
microplankton - நுண்மிதவையுயிரி
microprocessor - நுண்செயலி
microscope - நுண்ணோக்கி
micro sectioning - நுண் பகுப்புமுறை
microthruster - நுண்ணுந்தி
microtubular filaments - நுண்குழலி
microwave - குறு அலை
microwave circuits - நுண்ணலைச் சுற்றுவழிகள்
microwave cooker நுண்ணலை அடுகலன்
microwave oscillators நுண்ணலை அலைவியற்றிகள்
microwave relays - நுண்ணலை உணர்த்திகள்
mid values of class intervel - பிரிவு இடைவெளி களின் நடு மதிப்பு
middle carboniferous age - நடுக்கரிமக் காலம்
migraine - ஒற்றைத் தலைவலி
migration - வலசை
milk tooth - பால்பல்
milky way - பால்வழி
mill – அரைவை ஆலை, அரைப்பாலை
milled - நீவி
milling – நீவல், துருவல்
milling machines - துருவல் எந்திரங்கள்
mill system output - அரைப்பு அமைப்பு வெளியீடு
mineral - கனிமம்
mineral fillers - கனிம நிரப்பிகள்
mineral oil - கனிம எண்ணெய்
mineralisers - கனிம ஊட்டிகள்
mineral maturity - கனிம முதிர்ச்சி
mineral thin section - கனிமச்சீவல்
mineral survey - கனிப்பொருள் அளக்கை
minimum - சிறுமம்
minimal set - சிறுமக்கனம்
miniaturisation of equipment - சாதன அளவு சிறி தாக்கல்
mining engineering - சுரங்கப் பொறியியல்
minor axis - சிற்றச்சு
minor matrix - சிற்றணி
mirror carp - கண்ணாடிக் கெண்டை
mirror nuclei - ஆடி அணுக்கரு
miscellaneous type - கலப்பு வகை
missile - ஏவுகணை

mite - சிற்றுண்ணி
mitosis - மறைமுகப் பகுப்பு
mitral senosis - ஈரிதழ் வால்வு இறுக்கம்
mitral valve prolapse - ஈரிதழ் வால்வு வெளித்தள்ளு தல்
mixed cropping - கலப்புப் பயிர் முறை
mixed oxide - ஈரியல்பு ஆக்சைடு
mixed state - கலப்பு நிலை
mixer - கலப்பி, அலைமாற்றி
mixing and agitation - கலத்தலும் கிளறுதலும்
modal curve - முகட்டு வளைவு
modality - நிகழ்தன்மை
mode - முகடு
model - படிமம்
modelling - படிம உருவாக்கம்
model theory - படிமக் கோட்பாடு
mode of vibration - அதிர்வு முறை
moderator - தணிப்பான்
moderator density - தணிப்பான் அடர்த்தி
modern logic - தற்கால அளவையியல்
modern micro cosmos - புதிய நுண் அண்டம்
modulating index - குறிப்பேற்ற எண்
modulating signal - மின்குறிப்பலை
modulation - குறிப்பேற்றம்
modulus - மட்டு, கெழு
modulus of elasticity, young's modulus - மீட்சிமை மட்டு
moisture content - ஈரப்பதம்
moisture regain - ஈரமீட்பு
molars - கடைவாய்ப் பற்கள்
molar teeth - கடைவாய்ப் பற்கள்
molecular biology - மூலக்கூற்று உயிர் வேதியல்
molcular molecular - மூலக்கூற்று வாய்பாடு
molecular orbital theory - மூலக்கூற்றுச் சூலகக் கொள்கை
molecular sieve - மூலக்கூற்றுச் சல்லடை
molecular weight - மூலக்கூற்று எடை
molecule - மூலக்கூறு
mollusca - மெல்லுடலிகள்
molten salt reactor - உருகிய உப்பு நிலை
moment - திருப்புமை
momentum - உந்தம்
moment of inertia - நிலைமைத் திருப்புமை உறழ் திருப்புமை
moment of momentum - உந்தத்தின் திருப்புத் திறன்
monitoring - கண்காணித்தல்
monochlamydeae - ஒரு பூவிதழ் வட்டமுடைய பிரிவு
monochlamydeous - ஒரு பூவிதழ் வட்டத்தையுடைய
monochrometer - ஒரு நிற ஒளிமானி
monochromatic - ஒரு நிற
monoclinic system - ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதி
monocotelydoneae - ஒருவித்திலைப் பிரிவு
monochromatic light - ஒற்றைநிற ஒளி
monodelphous - ஒற்றைக்கற்றையான
monodentate ligands - இடுக்கி இணை அல்லாத அணைவிகள்
monographs - ஆய்வுத் தனிநூல்கள்
monohydric alcohol - ஒற்றை ஹைட்ரிக் ஆல்க ஹால்
monomer - ஒருறுப்பி
monomineralic rock - ஒற்றைக் கனிமப் பாறை
monophoto - தனி எழுத்து ஒளிப்பட எந்திரம்
monoscope method - தனிப்பதிப்பு முறை
monostable - ஒற்றை நிலைப்பு
monosynaptic reflex - ஒரு நரம்பணுச் சந்திப்பு அனிச்சை
monothecous - ஓர் அறை கொண்ட
monotype - தனி அச்செழுத்து எந்திரம்
mops - துடைப்பான்
morale - குழுநெறி
mordant - நிறம் நிறுத்தி
mordant dye - நிறம் நிறுத்தும்சாயம்
mortar - காரை
moss like - பாசிபோன்ற
motion - இயக்கம், அசைவு
motion and time study - அசைவு, நேர ஆய்வு
motion study - அசைவு ஆய்வு
motor - எந்திர மின்னோடி
motor fuel - தானியங்கி எரிபொருள்
motor impulses - இயக்கத்தூண்டுதல்கள்
motor meter - மின்னோடி அளவி
mould, die processes - அச்சு, வார்ப்புச் செயல்முறைகள்
moulting - தோலுரித்தல், சட்டை உரித்தல்
movable vertebra - அசையும் முள்ளெலும்பு
movement by muscular contraction - தசைச்சுருக்க இயக்கம்
movement disorders - இயக்கக் கோளாறுகள்
moving coil - இயங்கு சுருள்
moving iron - இயங்கு இரும்பு
mower - புல்வெட்டி
mucilage - கோழை போன்ற நீர்மம், சீதம்
mucous - சளிப்படலம்
mucous membrane - சீதப்படலம், கோழைப்படலம்
mud - நுண்மண், புழுதி
mud star - சேற்றுநட்சத்திரம்
mudstone - நுண்மட்கல்
multi channel analyser - பன்முனைக் கால்வழி ஆய்வு
multidentate - பல் இடுக்கி
mussel - கடற்காய்

multiple - பெருக்கத் தொகை
multiple abscess - பல சீழ்க் கட்டிகள்
multiple myeloma - பல்முனை மயலோமா
multiples - பன்மடங்குகள்
multiplex wave winding - பன்மை அலைச் சுருணைகள்
multiplication factor - பெருக்குக் கூறு
multiplier - பெருக்கி
multipolarity - பன்முனைத் தன்மை
multi purpose dam - பல்நோக்கு அணை
multistranded wire - பலபுரியுடைக் கம்பி
multivariate analysis - பன்மாறிப் பகுப்பாய்வு
multivibrators - பன்மை அதிர்விகள்
mumps - பொன்னுக்கு வீங்கி
muscle fibre - தசை நார்
muscle fibre - தசைஇழைமம், தசைஇழை
muscular system - தசை மண்டலம்
mutations திடீர் மாற்றங்கள்
mutual inductance - பிறிதின் தூண்டம்
myocardial disease - இதயத் தசை நோய்
myocardial infarction - தசை மாரடைப்பு நோய்
myofibrills - தசைநுண் நார்கள்
myotome - தசையடுக்கு

N

nadir - வான் கீழ்ப்புள்ளி
naked - உறையற்ற
nap - திண்வரி
narrow band - குறுகிய பட்டை, குறும்பட்டை
nasal field - மூக்குப்பகுதி பார்வைப் புலம்
nasal mucous - மூச்சுக் குழாய் சீதப்படலம்
native silver - தனி வெள்ளி
natural crystals - இயற்கைப் படிகங்கள்
natural frequency - இயற்கை அலைவெண்
natural gas - இயற்கை வளிமம்
natural history - இயற்கை வரலாற்றியல்
natural leeves - இயல் வண்டலிடு கரைகள்
natural logarithm - இயற்கை மடக்கை
natural number - இயல் எண்
natural period - இயற்கை அலைவு நேரம்
nautical mile - கடல் மைல்
navicular fossa - படகுப் பரப்பு
navigation lock - கல நீர்ப்பட்டிகள்
navigation system - கலம் செலுத்தமைப்பு
near infrared - அண்மை அகச்சிவப்பு
near shore - கடல்விளிம்பு அருகு
nebula - ஒண்முகில்
necessity - கட்டாயம்
necklace - ஆரம்
nectobiotic - தசை அழுகுதல்
needle type - தண்டுவகை
negative - எதிர், எதிர்மறை, எதிர்மை
negative charge - எதிர்மின்னேற்றம்
negative energy state - எதிராற்றல் நிலை
negative etching - குழியரிப்பு
negative ion - எதிர் அயனி
negative moment - எதிர்மறைத் திருப்புதிறன்
negative pion - எதிர் மின் பயான்
negative resistance - எதிர்மின்தடை
negative value - எதிர்மை மதிப்பு
negligible - தள்ளக் கூடியதாக
neighbourhood of a point - புள்ளியின் அண்மையகம்
nemathelminthes - உருளைப் புழுக்கள்
nematocysts - கொட்டும் செல்கள்
nentiophils - வெள்ளையணுக்கள்
nephridiopore - சிறுநீரகத் துளை
nephrology - சிறு நீரியல்
nephropathy - சிறுநீரகச் செயல்திறன் இழப்பு
neritic zone - ஒரக் கடற்கரைப்பகுதி
nerve cells - நரம்பணுக்கள்
nerve cord - நரம்பு வடம்
nerve ring - நரம்பு வளையம்
nervous system - நரம்பு மண்டலம்
net storage - நிகரத் தேக்கம்
network - வலை
neural spine - நரம்புக் கூர்முள், நரம்புத் தட்டு
neuritis - நரம்புத் தளர்ச்சி
neurofibril - நரம்பு நுண் நார்
neuropathy - நரம்புச் செயல்திறன் இழப்பு
neuro physiology - நரம்பு உடல் இயங்கு இயல்
neuropore - நரம்புத் துளை
neuro sensory cell - உணர்ச்சி நரம்பிச் செல்
neutral - நடுநிலை, சமனி
neutral current - நடுநிலை மின்னோட்டம்
neutralisation - நடுநிலையாக்கல்
neutron activation - நியூட்ரான் செயற்படுத்துதல்
new mutation - புதிய திடீர் மாற்றம்
nipple - பால் காம்பு
nitrating agent - நைட்ரோ ஏற்றி
noble gas - மந்த வளிமம்
noble metal - உயர்உலோகம்
node- கோள்சந்தி,முடிச்சு
nodes - கணுக்கள்
nodule - உருண்டை
noise - இரைச்சல்
nominal - வரையளவு
non condensable gases - செறியா வளிமம்
non contradiction - முரணின்மை
non-linear - நேரியலற்ற, நேரில்லா
nonlinear amplifier - நேரிலா மிகைப்பி

nonlinear coupler - நேரிலாப்பிணைப்பி
non-linear resistor - நேரிலா மின்தடை
nonlodging - கீழே சாயாத, படுக்காத
nonmagnetic - காந்தமற்ற
nonmetal - அல்மாழை, அலோகம்
nonpolar - மின்முனையற்ற
nonrenewable - புதுப்பிக்கப்படாத
non reversible chemical change - ஒரு போக்கு வேதியியல் மாற்றம்
nonuniform flow - சீரிலா ஓட்டம்
norm - வரம்பு, நிலைவரம்பு
normal - இயல்பு
normal angle - செங்கோட்டுக் கோணம்
normal class - இயல்பு வகை
normal paraffin - இயல் பாரஃபின்
normal space - இயல்பு வெளி
normal state - இயல்பு நிலை
normal value - இயல்பு மதிப்பு
north declination - வட வரை விலக்கம்
north pole - வடதுருவம்
nostril - மூச்சுத் துளை
notch - வெட்டுப்பள்ளம்
note - சுரம், பண், மெட்டு
notion - கருத்துருவம்
notochord - முதுகுநாண், முதுகுத்தண்டு
novae - ஒளிர் மீன்கள்
nozzle - மூக்குக் குழல், குழல் முன்னை, நுனிக்குழல்
nuclear boiler assembly - அணுக்கருக் கொதிகலன் கூட்டமைப்பு
nuclear chain reaction - அணுக்கருத் தொடர்வினை
nuclear chemistry - அணுக்கருவேதியியல்
nuclear constitutents - அணுக்கரு உட்கூறுகள்
nuclear explosion - அணுக்குண்டு வெடிப்பு
nuclear factor - அணுக்கருக் காரணி
nuclear fission - அணுக்கருப் பிளப்பு
nuclear barrier - அணுக்கருப் பிளவு அரண்
nuclear fission fragments - அணுக்கருப் பிளவுத் துண்டங்கள்
nuclear fission reactions அணுக்கருப்பிளவு வினைகள்
nuclear force - அணுக்கரு விசை
nuclear fuel - அணுக்கரு எரிபொருள்
nuclear fusion - அணுக்கருப் பிணைப்பு
nuclear fusion process - அணுப்பிணைவுச் செயல் முறை
nuclear fusion reactors - அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகலன்கள் அல்லது உலைகள்
nuclear interaction - அணுக்கரு உடைவினை
nuclear isomer - அணுக்கரு மாற்றியம், அணுக்கரு மாற்றுரு
nuclear magnetic resonance - அணுக்கருக்காந்த உடனிசைவு
nuclear magneton - அணுக்கரு காந்த அலகு
nuclear model - அணுக்கருப் படிமம்
nuclear physics - அணுக்கரு இயற்பியல்
nuclear potential radius - அணுக்கரு மின்னிலை ஆரம்
nuclear power reactors - அணு மின்திறன் உலைகள்
nuclear reaction - அணுக்கரு வினை
nuclear reactor - அணுக்கரு உலை, அணுக்கரு வினைகலன்
nuclear resonance - அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு
nuclear rocket - அணுக்கரு ஏவூர்தி
nuclear scattering - அணுக்கருச் சிதறல்
nuclear science - அணுக்கரு அறிவியல்
nuclear spectroscopy- அணுக்கரு நிறமாலையியல்
nuclear spin - அணுக்கருத் தற்சுழற்சி
nuclear states - அணுக்கரு நிலைகள்
nuclear transmutation - அணுக்கரு உருமாற்றம்
nucleating agent - கருவாக்கும் பொருள்கள்
nucleon - அணுக்கருத் துகள்
nucleon charge - அணுக்கருத் துகள் மின்னூட்டம்
nucleonics - அணுக்கருத் தொகுப்பு
nucleophile - அணுக்கரு விரும்பி
nucleo protein - நியூக்ளியோ புரதம்
nucleus - அணுக்கரு
nucleous seeds - முழ்கும் அடர்த்தி
nucide - கரு இனம்
null balance indicator - சுழிநிலை சமன்காட்டி
null method - சுழியாக்க முறை
number density - எண் அடர்த்தி
number theory - எண் கொள்கை, எண்கோட்பாடு
numerical control - எண்மானக் கட்டுப்பாடு
numerical value - எண் மதிப்பு
nut - மரை
nutation - அச்சலைவு
nutrient - ஊட்டச் சத்து
nutritive cells - உணவுச்செல்கள்

O

obconic - தலைகீழ்க்கூம்பு
objective - நோக்கம்
oblate - சிற்றச்சுக்கோள் வடிவு
oblique muscle - சாய்தசை
obliquely distorted pelvis - சாய்வாகச் சிதைந்த இடுப்பு
obliquely ovate - சாய்ந்த முட்டை வடிவான

ob'ong - நீள்சதுர,
oblong cylindric - நீள் உருளையான
obovate - தலைகீழ் முட்டை வடிவ
obovoid - தலைகீழ் முட்டை வடிவகம்
obsequent streams - சாய்விற்கு எதிர்செல்லும் ஆறு
observatory - காணகம், காட்சியகம்
occipital condyle - பிடரி முண்டு
occipital lobe - பின் மூளை
occupational - பணிசார்
ocean floor - கடலடித்தளம்
oceanic province - பெருங்கடல் பகுதி
oceanography- கடலியல்
ocean ridge - கடல் முகடு
ocelli - தனிக் கண்கள் (முதுகெலும்பியின்)
octahedron - எண்பட்டகம், எண்முகத்தகம்
octane number - ஆக்ட்டேன் எண்
octane rating - ஆக்ட்டேன் வரையளவு
octant - அரைகால் பகுதி
ocular fluid - விழி நீர்மம்
oculomotor nerve - விழித்தசை நரம்பு
odd functions - ஒற்றைப்படைச் சார்புகள்
odometer - சுற்றெண்ணிக்கை அளவி
odd parity - ஒற்றைப் படை ஒப்புமை
oesophagus - உணவுக் குழல்
offshore - கடல்விளிம்புச் சேய்மை
offset - மறுதோன்றி
oil burners - எண்ணெய் அடுப்புகள்
oil paintings - நெய்வன ஓவியங்கள்
oil paints - எண்ணெய் நெய்வனங்கள்
oil sacs - எண்ணெய்க் குடுவைகள்
olfactory chamber - முகர்ச்சிப் பெட்டகம்
olfactory pit - புலனறி பள்ளம், முகர்பள்ளம்
omasum - ஏட்டறை
omnivore - அனைத்துண்ணி
ondule or wave effects - அலைவரி விளைவுகள்
one-to-one correspondence - ஒன்றுக்குஒன்று, ஒற்றையிணைபு
online experiment - தொடர் சோதனை
on shore - கடல்விளிம்பு
oocyte - சினையணுச் செல்
oogenesis - அண்டமாக்கம்
oogonia - தாய் அண்டவணுக்கள்
oogonium - சினையணு மூலச்செல்
ootid - சினையணுவாகு செல்
ooze - அசும்பு
opaque - ஒளிகசியா
open air cycle method - திறந்த காற்றுச் சுற்று முறை
open conductors - திறந்த வெளிக் கடத்திகள்
open information system - திறந்தநிலைச் செய்தி அமைப்பு
open wire - திறந்த கம்பி
operation - இயக்கம்
operating cycle - செயற் சுழற்சி, இயக்கச் சுழற்சி
operating force - இயக்கு விசை
operating frequency range - இயக்க அலைவெண் இடைவெளி
operating range - இயக்க இடைவெளி
operating system - இயக்கும் அமைப்பு
operational amplifier - கணிதமுறை மிகைப்பி
operational life - இயக்க வாழ்நாள்
operation theatre - அறுவை சிகிச்சை அறை
operation research - செயல்முறை ஆராய்ச்சி
operculum - செவுள் மூடி, மூடி
ophthalmic nerve விழிக்குழி உணர்வு நரம்பு
ophthalmoscope - கண்ணுள் நோக்கி
opiates - ஒப்பியம், உறக்கமூட்டு மருந்துவகை
opisthosoma - பின்னுடல்
opisthostonus - தலைக்கோணல்
opposite - எதிரமைவு
opposite phyllotaxy - எதிரடுக்கமைவு
optical axial plane - ஒளியியல் அச்சுத் தளம்
optical axial angle - ஒளியியல் அச்சுக் கோணம்
optical axis - ஒளி அச்சு
optical branch - ஒளியியல் கிளை
optical filter - ஒளியியல் வடிப்பான்
optical instruments - ஒளியியல் கருவிகள்
optically active - ஒளிசுழற்றும்
optically active compound - ஒளி சுழற்றும் சேர்மம்
optical model - ஒளியியல் படிமம்
optical polishing - ஒளிமுறை மெருகிடல்
optical rotation - ஒளி சுழற்றுக் கோணம்
optic capsule - விழிப் பெட்டகம்
optic foramen - பார்வை நரம்புத் துளை
optic nerve - பார்வை நரம்பு
optic plane - ஒளித் தளம்
optic radiations - பார்வை நரம்புக் கதிர்வீச்சு
optic tracts - பார்வைநரம்புக்குறுக்கீட்டு மையம்
optimal - உகப்பு நிலை
optimal control theory - உகப்புநிலைக் கட்டுப்பாட்டுக் கோட்பாடு
optimisation - உகப்பு நிலைப்படுத்தல்
optimum - உகப்பு
optimum moisture - உகந்த ஈரப்பசை
oral arms - வாய்க் கைகள்
oral disc - வாய்த் தட்டு
orbit - சுற்றுப்பாதை, வட்டணை

orbital - சூழகம், வட்டணை
orbital dynamics - வட்டணை இயக்கவியல்
orbital magnetic quantum number - வட்டணை காந்தக் குவாண்டம் எண்
orbital motion - வட்டணை இயக்கம்
orbit trim - வட்டணை சரிப்படுத்தல்
orchidactomy - விரை நீக்கம்
order - ஒழுங்குமுறை
order of energy state - ஆற்றல் நிலைகளின் வரிசை
ordinary ray - இயல்புக் கதிர்
organ - உறுப்பு
organic acid - கரிம அமிலம்
organic compounds - கரிமச் சேர்மங்கள்
organisation - அமைப்பு, நிறுவனம் ஒருங்கமைப்பு
organisation, institute, institution - நிறுவனம்
organisation of scientific activity - அறிவியல் செயல்பாட்டு ஒருங்கமைப்பு
organism - உயிரி
organ transplantation- மாற்று உறுப்புப் பொருத்தல்
orientation cut - வெட்டுப்பாங்கு
orientations - திசையமைவுகள்
orifice - துளைவாய்
orifice valves - துளை வால்வுகள
origin - ஆயச்சுழி, தோற்றம்
orion - மான்தலை விண்மீன்குழு
origin of life - உயிரினத்தின் தொடக்கம்
oripiment - அரிதாரம்
ornamental fish - அலங்கார மீன்
ornamental plant - அழகுத் தாவரம்
ornithology - பறவையியல்
orogeny - நிலக்கிளர்ச்சி
orogenesis - மலைகள்தோன்றுதல்
orpiment - அரிதாரம்
orthoaxis - செவ்வச்சு
orthogonal - செம்
orthogonal complement - செங்குத்து ஈடாக்குதல்
orthocentre - செங்கோட்டு மையம்
ortho pinnacoid - செவ்விணை வடிவப் பக்கம்
orthorhombic - செஞ்சாய் சதுர
orthorhombic system - செஞ்சாய் சதுரப்படிகத் தொகுதி
oscillation - அலைவு
oscillator circuits - அலைவியற்றிச் சுற்றுவழிகள்
oscillators - அலை இயற்றிகள்
osmo ionic regulation - நீர் அயனிச் சீராக்கம்
osmoregulation - ஊடுகலப்புச் சீராக்கம்
osmosis - சவ்வூடு பரவல், ஊடுகலத்தல்
osmotic desiccation - ஊடு கலப்பு வறட்சி
osmotic pressure - ஊடுகலப்பு அழுத்தம்
ossicles - சுண்ணத் தகடுகள்

osteoarthrosis - மூட்டுத் தேய்வு
osteoblastoma - எலும்புப் புற்று
osteoclast - எலும்பழிகலம்
osteoderm - தோல் எலும்புத் தகடு
osteogenesis imperfecta - முழுமையற்ற எலும்பு உருப்பெறல்
osteoma - எலும்புக்கட்டி
osteomalcia - இடுப்பு எலும்பு
osteo sarcoma malignant osteoblastome - எலும்பு உண்டாக்கும் கட்டிகள்
otitis - காதழற்சி
otter board - ஆட்டர் பலகை
outer - வெளி
outer layer - வெளி அடுக்கு
outer orbit - வெளிச்சுற்றுப்பாதை, வெளி வட்டணை
outer shell - வெளிக் கூடு
outgrowth - வளரிகள்
outlet - வெளியேற்ற வாய்
output - வெளியீடு
ova albumin - முட்டை அல்புமின்
ovary - அண்டகம்
overflow aminoaciduria - மிகை அமினோ அமில நீரிழிவு
over lap - மேற்படிதல்
overload capacity - மிகு சுமைக்கொள்ளளவு
overtone - மேற்சுரம்
oviduct - அண்டக்குழாய்
ovipositor - முட்டையிடும் உறுப்பு
ovum - சினையணு, கருமுட்டை
oxidant - ஆக்சிஜன் ஏற்றி
oxidation - ஆக்சிஜனேற்றம்
oxidation potential ஆக்சிஜன் ஏற்ற மின்னழுத்தம்
oxidative coupling - ஆக்சிஜனேற்ற இணைப்பு
oxidising agent - ஆக்சிஜனேற்றி
oxy-hydrogen torch - ஆக்சி-ஹைட்ரஜன் சுடர்
oyster - ஆளி

P

paddy harvester - நெல் அறுவடை எந்திரம்
paediatrics - குழந்தை மருத்துவம்
pain receptors வலி உணர்வு அரும்புகள்
pain reliever - வலி குறைப்பி
paine's syndrome - பெய்னி நோய்த்தொகுதி
paint - நெய்வனம்
pair annihilation - இணைத்துகள் அழிவு
pair production - இணைத் துகளாக்கம்
pairup - இணைசேர்தல்
palatine bone - அண்ண எலும்பு

paleobotany - தொல் தாவரவியல்
paleontologist - தொல்லுயிரியல் அறிஞர்
pa'eontology - தொல்லுயிரியல்
paleozoic era - தொல்லுயிர் ஊழி
paleozoic rock - தொல்லுயிர் ஊழிப் பாறை
paleozoic sediment - தொல்லுயிரூழிப் படிவு
p:lmate - உள்ளங்கை போன்ற
palpitation - மார்பு படபடப்பு
pan - படுகை
panarthritis - முழுமூட்டுவாதம்
panchromatic - பன்னிறமுணரி
panconi syndrome - பேன்கோனி நோய்த் தொகுதி
pancreas - கணையம்
pancreatic islet cell adener - கணையப் புற்றுநோய்
panicle - கூட்டுப் பூந்திரள்
panidlomorphic texture - பொதுத் தன் உருவாக்க யாப்பு
pantograph - இணைகரப் பெருக்கி
paper disc - தாள் வட்டை
papulae - புடைப்பு
parobola - பரவளைவு
parabolic mirror - பரவளைய ஆடி
parachute - வான்குடை மிதவை
paradox - முரண்பாடு
parallax error - இடமாறு தோற்றப்பிழை
parallel - இணை, இணைநிலை
parallel pats - இணையாத அட்டை
parallel spin - இணை தற்சுழற்சி
paramagnetic - காந்த ஈர்ப்பு, இணைகாந்த
parameter - அளபுரு, சுட்டளவு, தன்னளவு
paramorphism - இணையுருக்கொள்ளும் பண்பு
parapodia - பக்கக்காலிகள்
parasite - ஒட்டுண்ணி
parasiticide - ஒட்டுண்ணிக் கொல்லி
parasympathetic nerve - தானியங்கி நரம்பு
parathyroid gland - பாரா தைராய்டு சுரப்பி
parchment leather - பதுமைத் தோல்
parent acid - மூல அமிலம்
parent compound - மூலப்பொருள்
parent magma - தாய்ப்பாறைக்குழம்பு
parietal bone - உச்சி மண்டைத்எலும்பு
parietal foramen - உச்சி மண்டை துளை
parietal placentation - சுவரொட்டிய சூலமைவு
parity - சமச்சீர்ப் பண்பு
parity - ஒப்புமை
parthenogenesis - கன்னி இனப்பெருக்கம்
participate - பங்குகொள்
particle - துகள்
particle accelerator - துகள் முடுக்கி
particle measurement methods - துகள் அளவை முறைகள்
particle size distribution - துகள் அளவுப் பரவல்
particle size measurement - துகள் அளவை அளத்தல்
particle size and shape - துகள் அளவும் வடிவமும்
part'culates - பெருந்துகள்கள்
partition - பிரிப்பு, பிரிகை
partition coefficient- பிரிகைக் கெழு
parts - பகுதிகள்
passive elements - முடக்க உறுப்புகள்
passive networks - முடக்க வலைகள்
passive or gliding flight - சரிந்துபறத்தல்
patella - முழங்கால் சில்
patent - காப்புரிமை, பதிவுரிமம், பதிவுரிமை
pathological fracture நோயுற்ற எலும்பு முறிவு
pathology - நோய் இயல்
pattern - பாணி
payment - வழங்கல்
peaking factors - உச்ச எண்கள்
peak values - உச்ச மதிப்புகள்
peat - தூள் நிலக்கரி
pebble - கூழாங்கல்
pectoral fin - தோள் துடுப்பு
pectoral girdle - தோள் வளையம்
pectoral ray - மார்பு இழை
pedagogy - கல்வியியல்
pedal groove - பாதப் பிளவு
pedastal - தூண்
pedicel - மலர்க்காம்பு, பூக்காம்பு
pedicellaria - இடுக்கி உறுப்பு
pediculosis - பேன் நோய்
pedometer - நடைத்தூர அளவி
peduncle - மஞ்சரிக்காம்பு
pelagic fisheries - மேற்பகுதி மீன்பிடிப்பு
pelecypoda - கலப்பைக் காலிகள்
peltate - தட்டையான
pelvic deformity - இடுப்புக்குழிக்குறைபாடு
pelvic d'aphragm - இடுப்புக்குழி விதானம்
pelvic fascia - இடுப்புக்குழி மென்படலம்
pelvic fin - இடுப்புத் துடுப்பு, இடுப்பெலும்பு
pelvic girdle - இடுப்பு வளையம்
pelvic infection - கருப்பைத் தொற்று
pelvic peritoneum - இடுப்புக்குழி வளை
pelvis - இடுப்புக்குழி
pendulum - தனி ஊசல்
pendular movement - பெண்டுலஇயக்கம் ஊசலியக்கம்
pendulous placentation - தொங்குதல் சூல்அமைவு
penetrability - ஊடுருவு திறன்
penetrating necrosis - உட்செல்லும் மடிதல்

penile part or spongy part - கடற்பஞ்சு போன்ற உருட்டின் வழி
peninsula - முந்நீரகம்
penis - ஆண்லிங்கம், ஆண்குறி
pentamerous - ஐந்தங்க,ஐயுறுப்பக
penta radial symmetry - ஐந்து ஆரச்சீரமைப்பு
peillae - நுண் இழைகள்
perambulator - தள்ளுவண்டி
percentage - விழுக்காடு
percentage polygon - விழுக்காட்டுப் பலகோணம். அலைவெண் பலகோணம்,
percentile - நூற்றுமானம்
percentile rank - நூற்றுமான மதிப்பிடம்
perception - புலன் காட்சி
percussion instruments - தோல் இசைக் கருவிகள்
perennial stream - வற்றாத ஆறுகள்
perforating cutaneous nerve - ஊடுருவும் தோல் நரம்பு
perforating rule - துளை வரித்தகடு
performance curve - செயல்திற வளைவு
perianth - இதழ் வட்டம், பூவிதழ் வட்டம்
perianth tube - பூவிதழ் வட்டக் குழாய்
pericardial vein - இதய வெளி உறைச் சிரை
pericarditis - இதயவெளி உறை அழற்சி
pericardium - இதய வெளி உறை, இதயப்புறணி
pericranium - மண்டையோட்டு உறை
perigee - புவி அண்மை
perijove - வியலண்மை
perinium - மூலாதாரம், விரைப்பைப் பின்புறம்
period - காலவட்டம், காலமுறை, அலைநேரம், பிரிவேளை, அலைவுநேரம்
periodic - காலமுறை, காலவட்ட
periodicals - காலமுறை இதழ்கள்
periodic table - தனிம வரிசை அட்டவணை
peripheral region - புற எல்லைப்பகுதி
periphral blood circulation - புற இரத்த ஓட்டம்
periphery - புறப்பரப்பு
peristalsis - சுருங்கி விரிவது
peritonal cavity - வயிற்று அறை
peritonitis - வயிற்று அறைஅழற்சி
permanent magnet - நிலைக் காந்தம்
permanent stress - நிலையான தகைவு
permeability - காந்தப் புரைமை
perpendicular - செங்குத்து
perpendicular direction - செங்குத்துத் திசை
persistent calyx - நிலைத்த புல்லி வட்டம்
persistent calyx tube - நிலைத்த புல்லி வட்டக் குழல்
persistent fibrillation - நிலையான உதறல்
perturbation - சிற்றுலைவு
personal identification - அங்க அடையாளம் காணல்
personnel - ஆளினர், பணியாளர்த் தொகுதி
pesticides - பூச்சிக்கொல்லிகள்
petellar - சில் எலும்பு
petiole - இலைக் காம்பு
petroleum engineering - பாறை எண்ணெய்ப் பொறியியல், பெட்ரோலியப் பொறியியல்
petroleum refining - பெட்ரோலியம் தூய்மையாக்குதல்
phacolith - மடிப்பக வில்லைப் பாறை
pharmacopoeia - மருந்து நூல்
pharyngeal gill slit - தொண்டைச் செவுள் பிளவு
pharynx - தொண்டைப் பகுதி
phase - தறுவாய்
phase angle - தறுவாய்க் கோணம்
phase change - தறுவாய் மாற்றம்
phase detector - தறுவாய் ஒற்றி
phase discrimination - தறுவாய்ப் பிரித்துணர்வி
phase modulation - தறுவாய்முறைக் குறிப்பேற்றம்
phase shift - தறுவாய்ப் பெயர்ச்சி
phase space - தறுவாய் வெளி
phase velocity - தறுவாய் விரைவு
phenocrysts - பெரும்பரல்கள்
phenomenon, process - நிகழ்வு, செயல்முறை
phenylketonuria - ஃபினைல் கீட்டோன் நீரிழிவு
ph meter - ph அளவுமானி
phobia - அச்ச நோய்
phonogram plate - ஒலிவரை பதிவுத்தட்டு
phosper bronze - பாஸ்பர வெண்கலம்
phosphor - தன்னொளிர்
photo cathode - ஒளி எதிர்மின் முனை
photocell ஒளிமின் கலம்
photo disintegration - ஒளிச்சிதைவு
photoelectric effect - ஒளிமின் விளைவு
photo electro static techniques - ஒளி நிலைமின் தொழில்நுட்பம்
photoemulsion - ஒளிப்படப் பால்மம்
photoengraving - ஒளிப்பொறிப்பு முறை
photograph - ஒளிப்படம்
photography - ஒளிப்பட இயல்
photolysis - ஒளிபகுப்பு முறை, ஒளியாற் பகுப்பு
photo multiplier tube - ஒளிமின் பெருக்கிக் குழல்
photon - ஒளித்துகள்
photo plotter - ஒளிப்பட வரைவி
photo rectifier eell - ஒளியியல் திருத்தி மின்கலம்
photosensitive film - ஒளிப்புலன் படலம்
photosetting - ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு
photosynthesis - ஒளிச்சேர்க்கை
phototube - ஒளிக்குழல்

phototypesetter - ஒளிப்படமுறை அச்சுக்கோப்பு எந்திரம்
phototypography - ஒளி எழுத்து வரைமுறை
physical - இயற்பியல் சார்ந்த, புற நிலை
physical (or) general geology - பொது நில இயல்
physical geography - புற நிலவரையியல்
physical properties - இயற்பியல் பண்புகள், புறநிலை இயல்புகள்
physical quantities - புற அளவுகள்
physical science - புறநிலை அறிவியல்
physics - இயற்பியல்
physiological process - உடலியல் வினைகள்
physiology - உடற் செயல் இயல், உடலியங்கியல் உடற்செயலியல்
phytoplankton - தாவர மிதவையுயிரி
piching - நாடி நோக்கு குறை (பி-சிங்)
pickering governor - அலைவு ஆளிகை
pick ups - உணரிகள்
piezo electric crystal - அழுத்த மின்படிகம்
piezo electric effect - அழுத்த மின் விளைவு
piezo electricity - அழுத்த மின்சாரம்
piezometric pressure - நீர் நிலை அழுத்தம்
pigment - நிறமி
pile - குஞ்சம்
pile foundations - நிலத்தூண் அடிமானங்கள்
piles - மூல நோய்
pilot streamer - முன்னோடிப்பாதை
pincer - உருவி
pinch effect - கிள்ளு விளைவு
pinch system - பிடிப்பு முறை
pinnately compound leaf - சிறகொத்த கூட்டிலை
pipe fish - குழல் மீன்
pisolitic - மீன் முட்டை வடிவ
pistillode - மலட்டுச் சூலகம்
piston - திமியம், உலக்கை, அழுந்துருள்
piston engine - அழுந்துருள் பொறி
piston rings - உலக்கை வலயங்கள், திமியவலயங் கள்
pitch - இடைவெளி
pitch - நிலக்கீல்
pitch angle - புரி கோணம்
pituitary gland - மூளையடிச் சுரப்பி
pivot - கூர்க்கால், ஆணல்
pivoted - பொருந்தியுள்ள, ஆணியுள்
pivot joint - முளை மூட்டு
placenta - கருப்பைநச்சி, நச்சுக்கொடி
placental mammals - நச்சுக்கொடியுடைய பாலூட்டி கள்
placer deposits - கொழிவுப் படிவுகள்
placodermi - தகடுடைத் தோலிகள்
plagiohedral class - சரிவுச்செஞ்சமச்சதுரப் பட்டக வகை
plains - சமவெளி
plain weave - இயல்பு நெசவு
plane - தளம்
plane of polarization - முனைவாக்கத் தளம்
plane of symmetry - சமச்சீர்மைத்தளம்
planer - சமந்தட்டி
planet - கோள்
planetarium - கோள்காட்சியகம்
planetary motion - கோள் இயக்கம்
planetary system - கோள் தொகுதி
planning - திட்டமிடல்
plane survey - கிடைத்தள நில அளக்கை
plane table survey - சமதள அளக்கை மேடை
plankton - மிதவை உயிரிகள்
plant - ஆலை, நிலையம்
plant mix - நிலையக் கலப்பு
plasma - இரத்த நீர்மம், ஊனீர்
plasma membrane - செல்சவ்வு, உயிரணுமென் படலம்
plasma protein - இரத்தநீர்மப் புரதம்
plasmagel - இரத்தநீர்மம் இறுகிய நிலை
plasmasol - இரத்தநீர்மம் இளகிய நிலை
plate meristem - தட்டு ஆக்கு திசு
plastic - நெகிழி, ஞெகிழி, குழைமம்
plastic (adj) - குழைம, நெகிழ்ம, ஞெகிழ்ம
plasticity - ஞெகிழ் திறன்
plasticity - குழைமை, ஞெகிழ்மை
plasticizers - ஞெகிழி ஆக்கிகள்
plastic laminate - ஞெகிழிப் பலகைகள்
plastic limit - குழைம வரம்பு
plastic paints - ஞெகிழ்மக் குழைமங்கள்
plastic plates - ஞெகிழி அச்சிடும் தகடுகள்
plastic surgery - ஒட்டு மருத்துவமுறை
plating - முலாம் பூசுதல்
platinum silver - பிளாட்டின வெள்ளி
platyhelminthes - தட்டைப் புழுக்கள்
platy phylloid pelvis - தட்டையான இடுப்புக்குழி எலும்பு
platten printing type - தட்டுப்பதிவு முறை
planar structure - இடைநிலைத் தள அமைப்பு
pleiades - கார்த்திகை
plenum spring - கொள்ளும் இடச் சுருள் வில்
pleochroic halo - பலதிசை அதிர் நிற மாற்றப்புள்ளி
pleocroism - பலதிசை அதிர்நிற மாற்றம்
pleura - நுரையீரல் உறை
pleuro centrum - செவுள்பக்க மையகம்
plinerved - பிளை நரம்பமைவு
plug in coils - உட்செருகு கம்பிச்சுருள்

plug valve - செருகு கட்டுபபாட்டு இதழ்
plutonic rock - ஆழ்நிலைப் பாறை
plywood - ஒட்டுப் பலகை
plunger - உலக்கை, மோதுருள்
pneumatic - காற்றியல்
pneumonia - சளிக்காய்ச்சல்
pneumothorax - நெஞ்சுக் கூட்டினுள் காற்றுச் சேர்க்கை
poikilitic - நுண்ணமர் பருந்திரள்
poikilosmotic animal - ஊடுகலப்புச சகிப்பு உயிரி
point charge - புள்ளி மின்னூட்டம்
pointer - குறிமுள்
point mass - பொருட்புள்ளி
point-set topology - புள்ளிக் கண இடத்தியல்
poise - அமைதியான குணம்
poison - நச்சு
polar axis - துருவ அச்சு
polar body - துருவச் செல் (துருவத் திரள்)
polar magnetic field - துருவக் காந்தப்புலம்
polarimeter - ஒளிமுனைவுமானி
polaris - துருவ விண்மீன்
polarisation - முனைவாக்கம
polarisation vector - முனைவாக்கத் திசையன்
polarised microscope - முனைப்படுத்தப்பட்ட நுண்நோக்கி
polarised vane - முனைவுற்ற இதழ்
polarity - முனைமை
polarization - முனைவாக்குதல், முனைவுறல்
pole - துருவம்
pole pitch - துருவ இடைவெளி
pole strength - முனை வலிமை, துருவ வலிமை
policy - கொள்கை
poliomyeits - போலியோ வாதம், இளம்பிள்ளை வாதம்
pollution - மாசடைதல்
polyadelphous - பலகற்றைநிலை
polyatomic molecule - பலவணு மூலக்கூறு
polychaetes - பல்சுனைப் புழுக்கள்
polyembryony பல்கரு வளர்நிலை
poly ethylene - பல்லின எத்திலின்
polyhydric alcohol - பல்ஹைஹட்ரிக் ஆல்கஹால்
polymer - பலஒுறுப்பி
polymerisation - பல்லுறுப்பாக்கல்
polymerisation reaction - பல்லுறுப்பாக்கல் வினை
polymorphism - பல்லுறுப்பு மாற்றியம், பல உருவ மாதல்
polymorphs - பல்லுருவிகள்
polynominal - பல்லுறுப்புக்கோவை, பல்லுறுப்பி
polypetalae - அல்லி இணையாப் பிரிவு
polypetalous - அல்லி இணையா

polysynoptic reflex - பல நரம்பணுக்கள் சந்திப்பு அனிச்சை
polysynthetic twinning பல்லுறுப்பாக்க இரட்டுறல்
pond ecosystem - குளச் சூழலமைப்பு
poppus theorems - பாப்பஸ் தேற்றங்கள்
population genetics - மக்கள் மரபியல்
pores - புரைகள்
porifera - புரையுடலிகள்.
porocity - புரைமை
porous barrier - நுண்துளைத் தடுப்பான், புரையரண்
porous inner layer - துளையுள்ள உள்ளடுக்கு, புரை உள்ளடுக்கு
porphyritic - பருஅமர் நுண்திரள், புரையமர் நுண் திரள்
porphritic texture - பருஅமர் நுண்திரள் யாப்பு
porphyroblast - மாற்றுருத் திரள் கனிமம்
portal vein - போர்ட்டல் சிரை
position - இருப்பு, இருப்பிடம்
position effect - இடவிளைவு
positive - நேர்மை
positive change - நேர் மின் ஊட்டம்
positive charge - நேர்மின்னேற்றம்
positive integer - நேர்மை எண்
positive ions நேர் அயனி
positive mineral - நேர்மறைக் கனிமம்
positive side - நேர்பக்கம்
possibility - சாத்தியம், வாய்திறம்
posterior abdominal wall - முதுகுப்புறச் சுவர்
posterior carpel artery - பின்புற மணிக்கட்டுத் தமனி
posterior cutaneous nerve - தொடையின் பின்புறத் தோல் நரம்பு
posterior horn - தண்டுவடத்தின் பின்புறக் கொம்பு
posterior intercostal vein - பின் இடைவிலாச் சிரைகள்
posterizing - படவிளம்பர வண்ணமூட்டல்
post harvest technology - அறுவடைபின்சார் தொழில் நுட்பவியல்
postulate - எடுகோள்
potential - மின்னிலை
potential energy - உள்நிலை ஆற்றல், நிலை ஆற்றல்
potential evapotranspiration - நிலை ஆவிகடத்தல்
potential pressure - நிலை அழுத்தம்
potentiometer - மின்னிலை அளவி
potomology - ஆற்றுப்படுகை இயல்
pour point - உருகு புள்ளி
powdery mass - தூள் கட்டி
powdery mildew - தூள் சாம்பல் நோய்
power - அடுக்கு
power - திறன் ஆல்கஹால்
power absorber - திறன் உறிஞ்சி
power factor - திறன் கூறு
power frequency - மின்திறன் அலைவெண்

power generation - மின் ஆக்கம்
power level - திறன் மட்டம்
power output - திறன் வெளியீடு
power series - அடுக்குத் தொடர்
power showel - திறன் அகழ்வாரி எந்திரம்
power system - மின்திறன் அமைப்பு
power tiller - திறன் துளாறு
power transmission capacity - திறன் செலுத்தும் கொண்மை
power vibrator - திறன் அதிர்வி
prawn - இறால்
precession - அயனசலனம், அச்சாட்டம், அச்சுச் சுழற்சி
precipitate - வீழ்படிவு
precipitation - வீழ்படிதல்
precision measurement - கருக்கான அளவு
predentate - முன்பற்களையுடையவை
predicate - பயனிலை
predict - முன்னறிதல்
preferential direction - ஒருசார்புத்திசை
prefix - முன்னடை
prehensile tail - பற்றுந்தன்மையுடைய வால்
premaxilla - முன் மேல்தாடை எலும்பு
premaxillary - முன்மேல் தாடை
premier bomb - முதன்மைக் குண்டு
premises - மெய்க்கூற்றுகள்
premises - அடிநிலை முற்கோள்கள் அடிக்கூற்று
preopercular plate - செவுள் மூடி முன்தகடு
prepositional - கூற்று, முற்கூற்று
preprints - ஆராய்ச்சி முன் அச்சுப் படிவங்கள்
prepuce - முன்தோல்
prepucial orifice - முன்தோலின் வெளித்துளை
prescaling - முறை அளவீடு
preservative - பாதுகாக்கும் பொருள்
press pit - அழுந்துப்பொருத்து
pressure cooker - அழுத்த அடுகலன்
pressure of submergence - அமிழ்தல் அழுத்தம்
pressure proof - அழுத்தக்காப்பு
pressure ridge - அழுத்த மலைத்தொடர்
pressure transducer - அழுத்த ஆற்றல் வடிவமாற்றி
pressure seals - அழுத்த அடைப்பிகள்
pressure vessel - அழுத்தக் கலன்
pressurized water reactor - அழுதத நீர் உலை
pre symptomatic carrier - முன் அறிகுறி நோயாார்
pretanning - முன் பதனிடல்
primary alcohol - ஓரிணைய ஆல்கஹால்
primary body - முதல்நிலைப்பொருள்
primary cancer - முதல்நிலைப்புற்று
primary circuit - முதன்மைச் சுற்று வழி
primary consumers - முதனிலை நுகர்வனர்
primary cosmic rays - முதன்மை அண்டக் கதிர்கள்
primary coolant - முதன்மை குளிர்விப்பான்
primary film - முதன்மைப்படலம்
primary production - முதல்நிலை ஆக்கம்
primary root - முதன்மை வேர்
primary shafting - முதன்மை அச்சுத்தண்டு
primary sources - முதல் நிலை மூலங்கள்
primary tumours - முதல்நிலைக் கட்டிகள் முதனிலைப் புற்றுகள்
prime mover - தலைமை இயக்கி, முதன்மை இயக்கி
primitive - முதிராநிலை
primitive features - தாழ்நிலைப் பண்புகள்
principal diagonal - முதன்மை மூலைவிட்டம்
principal quantum number - முதன்மைக் குவாண்டம் எண்
printed circuits - அச்சிட்ட மின்சுற்றுவழிகள்
printed paper - அச்சிட்ட தாள்
printed wiring - அச்சிட்ட மின் கம்பியமைப்பு
printers - அச்சிட்டத்துணி
print grandrelle - அச்சு முறுக்கு நூல்
printing - அச்சடித்தல்
printing plates - அச்சுத் தகடுகள்
printing types - அச்சு எழுத்துக்கள்
print matrices - அச்சுக்கோப்பு அணிகள்
principle - நெறிமுறை, கோட்பாடு, தத்துவம்
prism - பட்டகம்
prismatic face - பட்டக முகம்
probabilitic - நிகழ்தகவுத்தன்மை
probability - நிகழ்தகவு
probability, distribution of space time coordinates - வெளி, காலக்கூறுகளின் நிகழ்தகவுப் பரவல்
probable configuration - சாத்தியக்கூறான அமைப்பு
proboscis - தூண்டிழை, முள்நீட்சிப்பகுதி, உறிஞ்சு குழல்
procedures - செய்முறைகள்
proceedings - செய்தி நிகழ்வு இதழ்கள்
process - நிகழ்வு, செய்முறை, செயல்முறை
process design - நிகழ்முறை வடிவமைப்பு
processes and devices - செயல்முறைகளும் செய்யமைப்புகளும்
procion dyes - புரோசியான் சாயங்கள்
procurement - கொள்முதல்
producers - உணவாக்க உயிரிகள்
production - உள்பத்தி, பொருளாக்கம்
products - விளைபொருள்கள்
productivity - ஆக்கவளமை, உற்பத்தித் திறன்
projectile - எறிபொருள்
projection - நீட்டிப்பு, வீழல்
projective space - வீச்சு, வீழல் வெளி
projector - ஒலி விழ்த்தி
prolate - பேரச்சுக்கோள வடிவ

proof - எண்பிப்பு
propagation constant - பரவுதல் எண்
propellant - கலவை எரிபொருள்
propeller - முன்செலுத்தி
property - பண்பு, இயல்பு
property measured - அளக்கப்பட்ட இயல்பு
prophylactic chemotherapy - தற்காப்பு வேதியியல் மருத்துவம்
proposition - முற்கோள் கூற்று
prop roots propulsion - முட்டுவேர்கள் செலுத்தம்
prosoma - முன்உடல் பகுதி
prostatic enlargement - சுக்கில வீக்கம்
prosthetic fluid - சுரப்பு நீர்
protective apparatus - பாதுகாப்புக் கருவி
protective coatings - பாதுகாப்பு மேற்பூச்சுகள்
protective cream - பாதுகாப்பு முகப்பசை
protein - புரதம்
protein catabolism - புரதச் சிதை மாற்றம்
proteinura - புரத நீரிழிவு
proterozoic era - முதலுயிர் ஊழி, முன்னுயிர் ஊழி
prothorax - முன் மார்புப் பகுதி
protium - புரோட்டியம்
proton acceptor - புரோட்டான் ஏற்பி
proton donor - புரோட்டான் அழங்கி
protozoa - முன்உயிரிகள், முதலுயிரிகள்
pruning - கவர்ந்து செய்தல்
pseudo - போலி
pseudo coel - போலி உடற்குழி
pseudocopulation - போலிச் சேர்க்கை
pseudo hexagonal - அறுகோணப் போலி
pseudomorphism - போலி உருவமாதல்
pseudomorphy - உருமாற்றப் போலி
pseudopodia - பொய்க்கால்கள்,போலிக்கால்கள்
pseudopotential - போலி மின்னழுத்தம்
pseudopregnancy - பொய்க் கர்ப்பம்
pseudo rabies - பொய் ரேபீஸ்
pseudo terminal buds - போலி நுனி அரும்புகள்
psychiatric disturbances - உளவியல் கோளாறுகள்
psychological - உளவியல் சார்ந்த
ptyxis - தளிர் அமைவு முறை
pubic brim - இடுப்புக்குழி விளிம்பு
pubic crest - எலும்பு உச்சி
pubic lymphonodes - இடுப்புப்பகுதி நிணநீர்க் கட்டிகள்
pubic peritoneum - இடுப்புக்குழி வகை
pubic symphysis - கூபக முள்ளெலும்பு இணைப்பு
pubis - இடுப்பு முன் எலும்பு
puckering - மடிப்பமைத்தல்
pudendum - மறைவுறுப்பு
pudding - களிகள்
puffer fish - கோள மீன்
pulmonary நுரையீரல் வழி
pulmonary artery - நுரையீரல் தமனி
pulmonary oedema - நுரையீரல் வீக்கம்
pulmonary vein - நுரையீரல் சிரை
pulley - கப்பி
pulp - சோறு, கூழ்
pulp cavity - கூழ்க்குழி
pulsar - பல்சார்
pulsed current - துடிப்பு மின்னோட்டம்
pulse - நாடி, துடிப்பு
pulse generator - துடிப்பு இயற்றி
pulse jet - துடிப்புத் தாரைவிமானம், துடிப்புத் தாரைப்பொறி
pulvillus - பாதச்சவ்வு
pulvinue - பருத்த காம்பிழை
pump - எக்கி, ஏற்றி
punch - குத்தச்சு
pupa - கூட்டுப்புழு
pure sized warp - தனி அளவுபடுத்திய பாவு
purgative - பேதி மருந்து
pustule - சீழ்க்கொப்புளம்
puzzle - புதிர்
pyelonephritis - சிறுநீரகச் சீழ் அழற்சி
pyjamah cloth - அகல்பட்டைத் துணி
pyramid - கூம்புப் பட்டகம்
pyramidal class - கூம்புப் பட்டக வகை
pyriform - பேரிக்காய் வடிவான
pyriform - பேரிக்காய் வடிவம்
pyritohedral class - பைரைட்டுப் பட்டக வகை
pyrolysis - தீயாற் பகுத்தல்
pyrolysis வெப்பத்தாற் பகுப்பு
pyrolysis unit - வெப்பச்சிதைவு அணி

Q

quad - வட்டு
quadratic - இருபடி
quadratic equation இருபடிச்சமன்பாடு
quadratic surface - இருபடிப் புறப்பரப்பு
quadratic transformation - இருபடி உருமாற்றம்
quadratus femoris - நான்கு தசை, தாடைத்தசை
quadrupole - நான்முனை
quadrupole moment - நான்முனைத் திருப்புதிறன்
qualitative - பண்பியலான
quality - தரம்
quality control - தரக் கட்டுப்பாடு
quantitative - அளவியலான
quantity - புற அளவு, கணியம்
quantum mechanics - குவாண்டம் இயக்கவியல், குவைய இயக்கவியல்
quantum theory - பகுதிக்கொள்கை

quantum theory - குவாண்டம் கொள்கை, குவையக் கோட்பாடு
quark lepton symmetry - குவார்க் லெப்டான் சீரமைவு
quark rules - குவார்க் விதிகள்
quartenary - நான்கிணைய
quarter wave symmetry - கால்அலைச் சமச்சீர்மை
quenching - அவித்தல், தணித்தல்
quoin - ஆப்பு
quotient - ஈவு

R

raceme - கதிர்வகை
racemic modification - இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவை
racemisation - இடவலம்புரி நடுநிலையாக்கல்
radial - ஆரப்பாதை, ஆரை
radial artery - ஆரைத் தமனி
radial distance - ஆரத்தொலைவு
radial dyke - ஆரச் செம்பாளம், ஆரச் செம்பாளப் பாறை
radial force - ஆரப்போக்கு விசை
radial force - ஆரவிசை
radial nerve - ஆரை நரம்பு
radial pulse - கைந்நாடித் துடிப்பு
radial quantum number - ஆரப்போக்குக் குவாண்டம் எண்
radial symmetry - ஆரச் சமச்சீர் அமைப்பு
radial thickness - ஆரக்கனம்
radian - ஆரகம்
radian measure - ஆரையின் அளவு
radiated - விரி கதிர்
radiation - கதிர்வீச்சு
radiation belt - கதிர் மண்டலம்
radiation chemistry - கதிர்வீச்சு வேதியியல்
radiation detector - கதிரியக்கம் கண்டுணர் கருவி
radiation dosimetre - கதிரியக்க அளவி
radiative capture - பற்றிக் கதிர்வீசல்
radiative collision - கதிர்வீச்சு மோதுகை
radical - தொகுதி
radio - வானொலி
radioactive decay - கதிரியக்கச் சிதைவு
radioactive decay - கதிரியக்க வீழ்ச்சி
radioactive elements - கதிரியக்கத் தனிமங்கள்
radioactive method - கதிரியக்க முறை
radioactive products - கதிரியக்க விளைபொருள்கள்
radioactive series - கதிரியக்கத் தொடர்
radioactivity - கதிரியக்கம்
radio carbon - கதிரியக்கக் கார்பன்
radio circuit - வானொலிச் சுற்றுவழி
radio frequency - கதிர்வீச்சு அதிர்வெண்
radiographic examination - ஊடுகதிர் ஆய்வு
radioisotope - கதிரியக்க ஓரிடத்தனிமம்
rodio isotopic generator - கதிரியக்க ஓரிடத்தனிம மின்னாக்கி
radiological shielding - கதிரியக்கக் காப்பு
radiometre - கதிர்வீச்சு மானி
radio microwave - வானொலி மின்காந்த நுண்ணலை
radio pelvimetry - கதிர்வீச்சு முறை இடுப்புக்குழி அளவெடுத்தல்
radio photography - கதிர்வீச்சு ஒளிப்படவியல்
radio receivers - வானொலி வாங்கி
radio signal - கதிர்வீச்சு அடையாளம்
radio telescope - கதிர்வீச்சுத் தொலைநோக்கி
radiotherapy - ஊடுகதிர்ச் சிகிச்சை
radio transmitters - வானொலி அலைபரப்பிகள்
radio universe - கதிர்வீச்சு அண்டம்
radio wave - கதிர்வீச்சு அலை
radio wave - கதிர்வீச்சு அலை, வானொலி அலை
radius - ஆரம்
radius of convergence - குவிய ஆரம்
radius of curvature - வளைவாரம்
radius of gyration - கொட்பாரம்
radius of inversion - தன்மாற்று ஆரம்
radius of vector - திசையன் ஆரம்
radius vector - ஆரத்திசையன்
rafter foundations - பலகை அடிமானங்கள்
rail - தண்டவாளம்
raising - புடைத்தல்
rake - சாய்நிலைச் சட்டம்
ram - உலக்கை, திமியம், திமுக்கு
ramjet - மோது தாரைவிமானம்
ramjets - மோது தாரைப் பொறிகள்
random error - தற்செயல் பிழை
random slub - தன்னியல்புக் கம்பளிப் புரியிழை
range - இடைவெளி, நெடுக்கம்
range of measurement - அளவீட்டு எல்லை
ranging - நேரமைவு
rank - தரவரிசை
rank of the matrix - அணியின் தரம்
rapids - செங்குத்தருவி
rare earth metal அருமண் உலோகம்
rare earth - அருமண்
rarefaction - நெகிழ்வு
rare gas - அரிய வளிமம்
rare species- அரிய உயிரினங்கள்
rated - வரையளவு
rate of chemical reaction - வேதியியல் வினை வேகம்
rate of flow - பாய்வு வீதம்
ratio - விகிதம்

rational - பகு
rational indices - பின்னச் சுட்டெண்கள்
rational numbers - இயல்பு எண்கள்
rational values - பின்ன எண்கள், விகிதமதிப்புகள்
raw fuel - பதப்படுத்தாத எரிபொருள்
raw material - மூலப்பொருள்
ray finned fish - ஆரைத்துடுப்பு மீன்
ray florets – கதிர்ச்சிறு மலர்
r.c.c. - வலிவூட்டிய சிமெண்டுக் கற்காரை
reactance - எதிர்வினைப்பு
reactant - இயங்கும்பொருள், வினைப்படு பொருள்
reaction - எதிர்வினை (இ) வினை (வே)
reaction mechanism - வினை இயக்க முறை நுட்பம்
reactivity control - இயக்கக் (வினைக்) கட்டுப்பாடு
reactor - வினைக்கலன்
reactor assembly - உலைக் கூட்டமைப்பு
reactor control - உலைக் கட்டுப்பாடு
reactor coolant - உலைக் குளிர்விப்பான்
reactor furnace - உலை
reactor pump - உலைக்குழாய்ப் பொறி
reactor safety - உலைப் பாதுகாப்பு
readymade - ஆயத்த
reagent - வினைப்பொருள்
real gas - இயல்பு வளிமம்
reality - நிலவுகை
rearing - அறுத்துச் சாய்த்தல்
receiver - அலை வாங்கி
receptor - ஏற்பி
recession - பின்னேறல்
reciprocal - ஊடாட்ட
reciprocating engine - ஊடாட்டப் பொறி
reciprocating engine - ஊடாட்ட எக்கி
reciprocating type - ஊடாட்ட வகை
recirculation loops - மீள்சுழற்சி வளைவுகள்
recoil momentum - பின்னுதைப்பு உந்தம்
recoil nucleus - பின்னுந்தல் அணுக்கரு
recombination - மாறிச்சேர்தல்
reconnaissance survey - உளவை அளகை
recovery system - மீட்கும் அமைப்பு
rectal examination - மலக்குடல் சோதனை
rectal stricture - குதக்குறுக்கம்
rectangular - செவ்வக வடிவ
rectangular potential well - செவ்வகநிலை ஆற்றல் புலக்கிணறு
rectifier - திருத்தி
rectify - திருத்து
rectoscope - மலக்குடல் நோக்கி
rectouterine pouch - மலக்குடல்-கர்ப்பப்பை
rectovaginal fistula - மலக்குடல் புணர்வாய் இணைப்பு
recto vaginal septum - மலக்குழாய் - புணர்புழைத் தடுப்பு
rectovesical pouch - மலக்குடல் சிறுநீர்ப்பை
rectum - மலக்குடல்
recurrent - பின்வரு நிலை
recursive function - அலகீட்டுச் செயற்கூறு (சார்பு)
recycling - மறுசுழற்சிப் படுத்தல்
red lead - ஈயச்செந்தூரம்
red litmus - சிவப்பு லிட்மஸ்
red mange - சிவப்புக் கட்டி நோய்
redness - சிவந்து விடுதல்
redshift - செம்பெயர்ச்சி
reducing agent - ஆக்சிஜன் இறக்கி (அ) ஒடுக்கி
reductant - ஆக்சிஜன் இறக்கி (அ) குறைப்பான்
reduction - ஆக்சிஜன் இறக்கம்
reduction potential - ஆக்சிஜன் இறக்க மின்னழுத்தம்
reduvit bugs - ரெடுவிட் உண்ணிகள்
read - அதிர்சட்டம்
reeds - ஊதைடயிழை
reed blown instruments - அதிர்கவை ஊது இசைக் கருவிகள்
reel - உருட்டி
reentrant angle - மீள்நுழை கோணம்
reference - மேறகோள்
reference book - பார்வை நரம்புத் தடங்கள்
reference plane - மேற்கோள் தளம்
refine - மீத்தூய்மை
refining - மீத்தூய்மையாக்கல்
refining operation - தூய்மைப்படுத்தும் முறை
reflecting - எதிர்பலிக்கும்
reflection - எதிர்பலித்தல்
reflection - எதிர்பலிப்பு
reflection - invariance - மாறாப்பிரதிபலிப்பு
reflection panel - எதிர்பலிப்புப்பலகை
reflection type - எதிர்பலிப்பு வகை
reflectivity - எதிர்பலிக்கும் திறன்
reflector - எதிர்பலிப்பி
reflex action - மறிவினை/ அனிச்சை செயல்
refluxing - ஆவி மீளக் கொதிக்க வைத்தல்
reformet - மாற்றியமைக்கப்பட்ட பொருள்
reforming catalyst - மாற்றியமைக்கும் வினையூக்கி
refraction - ஒளிவிலகல்
refractive index - ஒளி விலகல் எண்
refractometer - ஒளிவிலகல்மானி
refractories - வெப்பந்தாங்கிகள்
refractory - வெப்பந்தாங்கவல்ல
refractory period - விலக்கக்காலம்
refrigerant - குளிர்பதனாக்கப் பொருள்
refrigerator - குளிர்பதனாக்கி
refuelling operation - எரிபொருள் மாற்றம் செய்தல்
regeneration - இழப்பு மீட்டல், மீட்பாக்கம், மீள் ஆக்கம்
regenerative circuit - மீளாக்கச் சுற்றுவழி
regenerative reactor - மீள் ஆக்கும் உலை

regional dip - வட்டார அமிழ்கோணம்
regulation - சீர் செயல்
regular hexagon - ஒழுங்கான அறுகோணம்
rehabilitation - புனரமைப்பு
rejection phenomenon - நிராகரிப்பு நோய்
rejuvenation - வளம் பெறல்
relapsing fever - மீள்காய்ச்சல்
relation - உறவு
relative and absolute truth - சார்பு மற்றும் முழு நிலை உண்மை
relative aperture - சார்புத் துளைப்பரப்பு
relative error - சார்புப் பிழை
relative frequency - சார்பு அலைவெண்
relative humidity - சார்பு ஈரப்பதம்
relative motion - சார்பு இயக்கம்
relative size - ஒப்பளவு
relative stability - ஒப்புமை நிலைத்த தன்மை, சார்பு நிலைப்பு
relative velocity - சார்புத் திசைவேகம்
relativistic efforts - சார்பியல் விளைவுகள்
relaxation - ஓய்பாடு
relaxation - தளர்வு
relaxation oscillator - ஓய்பாட்டு அலைவியற்றி
relay - திருப்ப ஒலிபரப்பு
relay contact - உணர்த்தித்தொடி
relay inter cropping - தொடர்பான ஊடுபயிர்முறை
relay satellite - இடைமாற்றீட்டுச் செயற்கைக்கோள்
relief - எல்லை வரை
relief - இடர்காப்பு உதவி
relief valves - இடர்காப்பு உதவிக்கான வால்வுகள்
remote control - தொலைக்கட்டுப்பாடு
remoulded - மறுவார்ப்பிட்ட
renal aminoaciduria - சிறுநீரக வழி அமினோ அமில நீரிழிவு
renal failure - சிறுநீரகத் திறன் குறைவு
renal tube - சிறுநீரக நுண்குழாய்
renal tubule - சிறுநீரக நுண்குழல்
renewable - புதுப்பிக்கப்படும்
reniform - சிறுநீரக வடிவம்
repeater திருப்பி மிகைப்படுத்தி
repeater synchro - மின் அமைப்பு ஒத்தியங்கி
repetition - திரும்பச் செய்தல்
replacement - பதிலிடல்
reproduction - இனப்பெருக்கம்
reptile - ஊர்வன
repulsion - விலக்கம்
repulsion type - விலக்க வகை
repulsive core - விலக்கு உள்ளகம்
repulsive force - விலக்கு விசை
research reactor - ஆய்வு உலை
research vessel - ஆய்வக்கலம்
resequent streams - சாய்வோடு செல்லும் கிளை ஆறுகள்
reservoir - தேக்கம்
reservoir host - தேக்க ஓம்புயிரி
reservoir lithology - தேக்கப் பாறை ஆய்வியல்
reset - மீளமைப்பு
residue - எச்சப்பொருள், எச்சம்
resilence - வில்தன்மை
resilent - வில்லியல்பு
resinous lustre - பிசின் மிளிர்வு
resistance - தடை
resistance barrier - தடை
resistive load - தடைச்சுமை
resistivity - தடைத்தன்மை
resistor - தடையம், தடையி, தடையகம்
resistor net works - தடைவலைகள்
resolution - பிரிதிறன்
resolving power – பகுதிறன்
resonance - ஒத்திசைவு
resonance - உடனிசைவு, ஒத்திசைவு
resonance - ஒத்ததிர்வு, ஒத்தலைவு
resonance curve - ஒத்தலைவு வளைவு
resonance hybrid - உடனிசைத் தோன்றல்
resonant frequencies - ஒத்தலை அலைவெண்
resonant, resonance - ஒத்திசைவு
resonator - ஒத்தலைவான்
respiration - சுவாசித்தல்
respiratory - காற்றுமாற்றம், மூச்சுயிர்ப்பு
respiratory centres - காற்றுமாற்ற மையங்கள், மூச்சுயிர்ப்பு மையங்கள்
respiratory distress – மூச்சுத்திணறல்
respiratory stimulants - மூச்சுத் தூண்டிகள்
respiratory trees - மூச்சு மரங்கள்
response – துலங்கல்
response range - துலங்கல் இடைவெளி
rest - ஓய்வுநிலைகள்
rest mass - நிலைப்பொருண்மை ஆற்றல்
rest mass energy - ஓய்வுப் பொருண்மை
restricted, contracted – குறுகிய
resultant pitch - தொகு இடைவெளி
resultant series - விளைவுத் தொடர்
retardant - தடுப்பு
reticulum - வலையறை
retina - பார்வைத் திரை
retractile testes - தசைச்சுருக்கத்தினால் இடம் மாறிய விரையகம்
returns - விவரணங்கள்
return stroke - திருப்புப்பாய்வு
reverse mutation - மீள்வுத் திடீர் மாற்றம்
reverse phenomenon - எதிர் நிகழ்வு

reverse twist - எதிர்முறுக்கு
reversible reaction - மீள் வினை
review - மறுநீராய்வு
reviews - கண்ணோட்டங்கள்
rheostat - தடைமாற்றி
rheumatic carditis வாத இதய அழற்சி
rheumatic disease - கீல்வாத நோய்
rheumatic fever -கீல்வாதச்சுரம்; கீல்வாதக் காய்ச்சல்
rheumatism - முடக்கு வாதம், மூட்டுவாதம், மூட்டு வலி
rhincodon - திமிங்கிலச் சுறாமீன்
rhizome - மட்ட நிலத்தண்டு
rhizome - நிலமட்டத் தண்டு
rhombohedral - சாய்சதுரப் பட்டக
rhombo hedral class - சாய்ந்த முட்டை வடிவான
rhombohedral cleavage - சாய்சதுரப்பட்டகக் கனிமப் பிளவு
rhombhohedral division - சாய்சதுரப் பட்டகப் பிரிவு
rib - முகடு
rib - விலா எலும்பு
ribbon - நாடா
rib meristem - வரிசை ஆக்குதிசு
ribs - கம்பங்கள்
ribs - விலா எலும்புகள்
ridge - முகடு
ridges of furrows - வாய்க்கால் வரப்புகள்
right ascension - வல ஏற்றம்
right bronchial vein - வலப் பிரிமூச்சுக் குழாய்ச் சிரை
right crus - வலத் தண்டு
right hemianopia - வல அரைப்புலக்குருடு
righting reflexes - தீர்நிலை மறுவினைகள்
rigid - விறைப்பு
rigid body - விறைபொருள்
rigidity modulus - விறைப்புக் கெழு
ring - வலயம்
ring dyke - வலயச் செம்பாளம்
ring gear - பற்சக்கரம்
ring roller - வலய உருளி
rings of saturn - சனி வளையங்கள்
river ecosystem - ஆற்றுச் சூழலமைப்பு
river piracy - ஆறு கவர்தல்
rivets - தரையாணிகள்
rocket - ஏவூர்தி
rockfil - கல்லணை
rod - தண்டு
rodent - கொறிக்கும் விலங்கு
rod insertion force - கோள் செலுத்தும் விசை
roller - உருளி
roller bearing - உருள்தாங்கி
roller rake - உருளைச் சாய்சட்டம்
rolling - உருட்டுதல்
rolling contact bearing - உருள் தொடுகைத் தாங்கி
rolohedron - முழுப்பட்டகம்
roloux formation - சிவப்பணுச்சரம் ஏற்படல்
romana's sign - ரோமனா நோய்க் குறி
root rot - அழுகல் நோய்
root suckers - வேர்க்கன்றுகள்
rosette - தரைமட்ட இலைகள்
rostral position கண்முன் பகுதி
rostrum - கூர்நீட்சி
rotary compressors - சுழல் அமுக்கிகள்
roary kiln - சுழற்சி இயல்புடைய உலை
rotary type - சுழல் வகை
rotating joints - சுழல் மூட்டுகள்
rotating switch - சுழல் இணைப்பு மாற்றி
rotation - சுழல்வு
rotational energy - சுழலாற்றல்
rotational flow - சுழலோட்டம்
rotational motion - சுற்றியக்கம்
rotational spectrum - சுழற்சி நிறமாலை
rotogravure - சுழல்பொறிப்பு முறை
rotor - சுழலகம், சுற்றகம்
rotor balancing - சுற்றகச் சமன்படுத்தல்
round ligament of the uterus - கர்ப்பப்பையில் வட்டத் தசைநார்
round worms - உருண்டைப் புழுக்கள்
route survey - வழித்தட அளக்கை
row - நிரை
row inter cropping - வரிசை ஊடுபயிர் முறை
row matrix - நிரை, அணி
rubber band - தொய்வக வார்
rubber sheet geometry - ரப்பர்த்தாள் வடிவக்கணிதம்
rudder - திசை திருப்பி
rudder system - சுக்கான் அமைப்பு
rule - வரித் தகடு
rumen paunch - வயிற்றறை
ruminant - அசைபோடும் விலங்கு
ruminate - வரிக்குறிகள்
rumination - அசைபோடுதல்
runner - சுழலகம்
rupture - குலைவு, வெடிப்பு
rust inhibitors - துருப்பிடிப்பதைத் தடுக்கும் பொருள்
rut - இணைவிழைச்சுக் காலம்

S

sacral segments of spinal chord - தண்டுவடத்தின் கீழ்ப்பகுதி
sacral vertebra - திரிக முள்ளெம்பு
sacrum - மூட்டு முக்கோண எலும்பு
sacrum - திரிகம்

saddle point - இருக்கைப் புள்ளி
safeguards - பாதுகாப்பு
safeguard system - காப்பு அமைப்பு
safety rod - பாதுகாப்புக்கோல்
salinity - உப்புத்தன்மை, உவர்மை
salivary channel - உமிழ்நீர்க் குழல்
salt bridge - உப்புப்பாலம்
salt petre - வெடியுப்பு
sample - கூறு, பதக்கூறு
sampling system - பதம் எடுப்பு அமைப்பு
sadn - மணல்
sand crab - மணல் நண்டு
sandstone - மணற்பாறை
sapinator - கைக்கீல் தசை
saponification - சோப்பாக்கம்
saprophyte - மட்குண்ணி
sateen - ஒளிபட்டு
satellite - துணைக்கோள்
satellite - செயற்கைக்கோள்
satin - ஒண்பட்டு
saturated solution - தெவிட்டிய கரைசல்
saturated state - தெவிட்டிய நிலை
saturated steam - செறிவுற்ற நீராவி
saturation - தெவிட்டல்
saturation character - தெவிட்டு நிலைப்பண்பு
sature anastamosis - தையல் இரத்தக்குழாய் இணைப்பு
saturn - சனி
sawing - அறுவை
saw-tooth oscillator - வாள்பல் அலைவியற்றி
scabies - சொறி சிரங்கு
scalar - அளவன்
scalar - திசையிலி
scale - படிவு
scale - அளவுகோல்
scale - செதில்
scale - காரை
scale - வரைவளவு
scale leaves - சிதல் இலைகள்
scalenohedron - ஒவ்வாக் கூம்புப்பட்டகம்
scaling circuit - அளவமைப்புச் சுற்றுவழி
scaling device - அளவீட்டு அமைப்பு
scan- அலகிடு
scanner - அலகிடுவான்
scatterer - சிதற்றி
scavenger - நீக்கி
scented oil - மணத்தைலம்
sceptics - அறியொணாவாதிகள்
scheduling - பணிப்பட்டியலிடல்
schist - படலப்பாறை
science - அறிவியல்
science and technology - அறிவியல் தொழில் நுட்பம்
science organisation - அறிவியல் நிறுவனம்
science policy - அறிவியல் கொள்கை
scientific activity - அறிவியல் செயல்பாடு
scientific and technological - அறிவியல் தொழில்நுட்ப
scientific management - முறைப்படுத்திய மேலாண்மை, அறிவியல் முறை மேலாண்மை
scintillation counter - ஒளித்துடிப்பு எண்ணி
sclerosis - கெட்டித்தன்மை
sclerotic - விழி வெண்படலம்
scouring - தேய்வு
scraper - நிலச்சமன்செய்யும் எந்திரம்
scraper - நிலஞ்செதுக்கு எந்திரம்
screening - சலித்தல்
screening - திரையிடல்
screening angle - திரையீட்டுக் கோணம்
screenless lithography - திரையிலாக் கல்லச்சு முறை
screen printing - திரை அச்சுமுறை
screw - திருகு
screwdriver - திருப்புளி
scrotal sac - விதைப்பை
scrotum - விரைப்பை
scrotum - விந்துப்பை
scrotum - விதைப்பை
sea hare - கடல் முயல்
sea horse - கடல் குதிரை
seal - கடல் நாய்
seal oil - நெருக்கடியான அடைப்பு எண்ணெய்
searching aid - செய்தி தேடல் துணை நூல்
season - பருவம்
sea urchin - கடற்பிரட்டை
sea weed - கடற்பாசி
secession point - பிளவுப்புள்ளி
secondary - இரண்டாம்படி
secondary - துணை நிலை
secondary alcohol - ஈரிணைய ஆல்கஹால்
secondary body - துணை நிலைப்பொருள்
secondary deposit (cancer) - இரண்டாம் நிலைப் புற்று
secondary effect - இரண்டாம் நிலை விளைவு
secondary instrument - துணை நிலைக் கருவி
secondary mineral - துணைக்கனிமம்
secondary nerve - துணை நரம்பு
secondary shaft - துணை அச்சுத்தண்டு
secondary source - இரண்டாம் நிலை மூலம்
sedative - அமைதியூட்டி
sedimentary rock - படிவுப் பாறை
sedimentation - படிவு முறை
seismic data - நில நடுக்கக் குறிப்புகள்

seismic wave - நில நடுக்க அலை
self consistency - தன்னிணக்கம்
self consistency - தன் முரண்பாடின்மை
self consistent field - தன்னிணக்கப்புலம்
self evident truth - தன்னிணக்க உண்மை
self fertilization – தற்கருவுறுதல்
self ignition - தானே தீப்பற்றுதல்
self organisation - தன் ஒழுங்கமைப்பு
self regulation - தன்சீர்செயல்
self tursiea - ஆப்பெலும்புக் குழிவு
semantic - உட்பொருள் பொருண்மை
semantic state - பொருண்மை நிலை
semi conducting crystal - குறை கடத்திப் படிகம் பகுதிக் கடத்திப் படிகம்
semiconductor - அரைக்கடத்தி
semiconductor - பகுதிக் கடத்தி
semilunar valve - பிறைவடிவ ஒருவழி அடைப்பு
semi major axis - அரை நெட்டச்சு
semi minor axis - அரைக் குற்றச்சு
seminal fluid - இனப்பெருக்க விந்து
seminal vesicle - விந்துப்பை
seminiferous tubes - விந்தகக் குழாய்கள்
seminiferous tubules epididymis - விந்தணு ஆக்கு நுண் குழல்கள்
sending - அனுப்புதல்
senile dementia - முதுமை மனமழுக்கம்
sensation - உணர்ச்சி
sense – நுகர்வு
sense organs - புலனுறுப்புகள், பொறிகள்
sensible heat – உணர்கின்ற வெப்பம்
sensible horizon - உணர் அடிவானம்
sensing element – உணருறுப்பு
sensitive - நுண்ணிய
sensitivity - நுண்மை
sensitivity - உணர்திறன்
sensor – உணரி
sensory nerve - உணர் நரம்பு
sensory receptor - உணர்வு ஏற்பி
sepal - புல்லி இதழ்
separating agent - தனிப்படுத்தும் பொருள்
separation - பகுப்பு
septa - தடுப்புச் சுவர்
septic abortion - தொற்றுடன் கூடிய கருக்கலைப்பு
septic emboli - கிருமிக்கட்டி
septicemia - நுண்ணுயிர், அதிநுண்ணுயிர் நச்சேற்றம்
septicidal capsule - சுவர்பிரி காப்சூல்
septic tank - அழுகு தொட்டி
sequence - வரிசைத்தொடர்
sequential cropping - தொடர்ச்சியான பயிர்முறை

serial - வரிசைத் தொகுப்பு
series - தொடர்நிலை
series connection - தொடர் இணைப்பு
series inductor - தொடர்நிலைத் தூண்டி
series junction tee - தொடர் சந்திப்பு இணைப்பு
serosal layer of uterus - கருப்பை வெளிப்பகுதியின் மேற்படலம்
serrata - நுனி கூர் பல்லுள்ளவை
serrate margin - பல்போன்ற விளிம்பு
serum - குருதி நிணநீர், இரத்த வடிநீர்
service station - சேவை நிலையம்
servomechanism - பணிப்பு அமைப்புகள்
servomotor - பணிப்பு மின்னோடி
set – கணம்
set theory - கணக்கோட்பாடு
setting - நிலைப்படுத்திய அளவு
settlement - படிமானம்
sewage system - கழிநீர் அமைப்பு
sex determination - பால் நிர்ணயம்
sex piebalds - ஆண்பால் திட்டமைப்புகள்
sexual dimorphism - பால்வழி இருதோற்றம்
sexually transmitted disease – கலவித் தொற்று நோய்
sexual maturity - பாலின முதிர்ச்சி
sexual offences - பாலுறவுக் குற்றங்கள்
sexual reproduction - கலவி இனப்பெருக்கம்
shadow - மறைப்பு
shaft - அச்சுத்தண்டு, தண்டு
shaft balancing - அச்சுத்தண்டு சமன்படுத்தல்
shaft furnace - அச்சுத்தண்டு உலை
shaking - அசைக்கும், அசைத்தல், அசைப்பு
shale - களிப்பாறை
shape - உருவம்
sharp tuning - சரி கச்சிதமான இசைப்பு
shattering - சிதைத்தல்
shaving machines - மழிப்பு எந்திரங்கள்
shear force துணிப்பு விசை
shear gradient - திணிப்புச் சரிமானம்
shears - துணிப்பிகள்
sheath - இலையடி உறை
sheep penning - ஆட்டுக்கிடை எரு
sheet - தகடு
sheet-like - தகடுபோன்று
shell - ஓடு
shell model - கூடு அமைவுப் படிவம்
shell stress - குண்டுசுவர்த் தகைவு
shell fracture - கிளிஞ்சல் முறிவு
shield - பாதுகாப்புச் சுவர்
shielding - காப்புச் சுவர்
shield rock source - கேடயப்பாறை மூலம்
shifted factorial - பெயர்ந்த காரணி
shoal - மீன்கூட்டம்

shock - அதிர்ச்சி
shock absorber - அதிர்ச்சி ஏற்பி
shock absorption - அதிர்ச்சி ஏற்பு
shock isolation - அதிர்ச்சி தனிப்படுத்தல்
shock mount - அதிர்ச்சி தாங்கமைப்பு
shore - கடல் விளிம்பகம்
short baffling gait - குறுகிய கலைந்த நடை
shortwave band - சிற்றலைப்பட்டை
short tower - எறி கோபும்
showel - அகழ் வாரி எந்திரம்
show flake - பனிப்பாளம்
shredded waste - உடைக்கப்பட்ட கழிவு
shrinkage limit - சுருக்க வரம்பு
shrinkage stress - சுருக்கும் தகைவு
shrink fit - சுருங்குப் பொருத்து
shrub - புதர்ச்செடி
shunt capacitor - இணைநிலைக்கொண்மி
shunt inductance - இணைநிலைத் தூண்டம்
side pinacoid - பக்க இணைவடிவ முகம்
siderial year - மீன்வழி ஆண்டு
sieve - சல்லடை
sieve plate - சல்லடைத்தட்டு
sieve tube - சல்லடைக் குழாய்
signal - சைகை
signal - குறிப்பு
signal - குறிப்பலை
signal chopper - குறிப்பலை அதிர்வு
signal speech - குறிப்புப் பேச்சு
signal strength - குறி வலிமை
sign & symptom - நோய்க்குறிகள்
signs - நோய்ச் சார்புத்தடயங்கள்
signs - நோய் வெளிப்பாடு
silencer - அமைதியாக்க அமைப்பு
silicon bronze - சிலிகான் வெண்கலம்
sill - தகட்டுப்பாறை
sill - தகட்டுப்பாளம்
silt - நொய் மணல்
silt stone - வண்டற்கல்
silt trap - வண்டற்பொறி
simple harmonic motion - தனி அலை இயக்கம்
simple hexagon - இயல்பான அறுகோணம்
simple liver - நெம்புகோல்
simple pendulum - தனி ஊசல்
simplification - எளிமையாக்கம்
simply connected - எளிமையாக இணைந்தவை
simulation - ஒப்புருவாக்கம்
simulation model - பாவிப்புப் படிமம்
simultaneous equation - ஒருங்கமை சமன்பாடு
sine wave - சைன் அலை
sine wave generator - சைன் அலை மின்னாக்கி
sine wave oscillator - சைன் அலை அலைவியற்றி
single beam - ஒற்றைக் கற்றை
single bond - ஒற்றைப் பிணைப்பு
single cut - ஒற்றை வெட்டு
single frame - ஒற்றைச் சட்டம்
single impression - ஒற்றைப் பதிவு
single plant - தனிப்பயிர்
sinker - மூழ்கி
sink - உறிஞ்சகம்
sintering - சிட்டங்கட்டல்
sinuous - உள் வளைவுகள்
sinuous - நெளிவு
sinus node - புரைக்கணு
sinus rhythm - ஒழுங்கான துடிப்பு
siphuncle - வளிக்குழல்
sirius - மிருக சீரிடம்
six fold - அறுகோண, அறுமடி
size distribution - அளவு பரவல்
sized yarn - அளவுபடுத்திய நூல்
size enlargement - அளவு பருத்தல்
size reduction - அளவுச் சுருக்கல்
skate - உளுவை
skeletal muscle - எலும்புத்தசை
skeletal system - எலும்பு மண்டலம்
skeleton - எலும்புக்கூடு
skeleton - சட்டகம்
skew position - சாய்வான தளம்
skin depth - புறணி ஆழம்
skin disease - தோல் நோய்
skin effect - புறணி விளைவு
skin of the penis - சிசினச் சருமம்
skin test - தோல் சோதனை
skin test - மேல் தோல் ஆய்வு
skull - மண்டையோடு
slate - கரிப்பலகை
slicing - துண்டாக்கல்
slide - ஒளிவில்லை
slider - நகர்த்தி
sliding vane - நழுவிதழ்
slip clutch - நழுவு உராய்விணைப்பி
slippage - நழுவல், தத்தல்
slip ring - நழுவு வளையம்
slitters - நீள்பள்ள அமைபபி, கீற்றமைப்பிகள்
slope - சரிவு
slot - காடி
slotted lines - பொறித்துளை
slot wedge - காடி ஆப்பு
slub - கம்பளிப் புரியிழை
sludging tendency - கசடு உருவாகும் போக்கு
slug - முனைத்துண்டு

slug chopper - அச்சுவரித் தறிப்பி
slurry - குழம்பு
smeet flag - வசம்பு
smoothed frequency polygon - இழைத்த அலைவெண் பலகோணம்
smooth muscle fibre - தசைநார்கள்
smooth muscle - மென் தசை
snout - முகறை
soak pit - ஊறும் தொட்டி
soap - வழலைக்கட்டி, சவர்க்காரம்
soap stone - மாக்கல்
socket - எலும்புக்குழி
soft acid - மென் அமிலம்
soft base - மென் காரம்
soft iron - தேனிரும்பு
soft palate - மென் அண்ணம்
solar activity - சூரியச் செயல்
solar attachment - சூரிய இணைப்பு
solar cosmic rays - சூரிய அண்டக்கதிர்
solar day - சூரிய வழிநாள்
solar flux - சூரிய ஒளிப்பெருக்கு
solar furnace - சூரிய உலை
solar, lunar eclipse - சூரிய, நிலாக் கோள் மறைப்பு
solar physics - சூரிய இயற்பியல்
solar powered source - சூரிய சக்தி மூலம்
solar system - ஞாயிற்றுக் குடும்பம்
solar wind - சூரியக் காற்று
soldering - சூட்டிணைப்பு
solid - திண்மம்
solid angle - திண்மக்கோணம்
solid of revolution - சுழற்சித் திண்மம்
solid rocket - திண்ம நிலை ஏவூர்தி
solid shafting - திண்ம அச்சுத்தண்டு
solid solution - திண்மக் கரைசல்
solitary wave - தனி அலை
solute - கரைபொருள்
solution - கரைசல்
solution - தீர்வு
solvent extraction - கரைப்பான் சாறு வடித்தல்
somatic cells - உடல் உயிரணுக்கள், உடல் செல்கள்
somatic nerve - உடல் நரம்பு
sonic velocity - ஒலி விரைவு
sooth mould - பூஞ்சை நோய்
sore throat - தொண்டைப் புண்
sound - ஒலி
sound channel - ஒலிக்கால்வாய்
sounding - நீர் ஆழம்
sound pressure wave - ஒலி அழுத்த அலை
soup - வடிசாறு
sour - புளிப்பு
spεce - வெளி

space application - விண்வெளிப் பயன்பாடு
space communication - விண்வெளித் தொடர்பியல்
space craft - விண்வெளிக் கலம்
space lattice - அணிக்கோப்புப் புள்ளி
space medicine - விண்வெளி மருத்துவம்
spacer grid - இடைவெளிச்சட்டங்கள்
spacer support rod - இடை அமைவுத் தாங்கிக்கோல்
space shuttle விண்வெளி ஓடம்
space suit - அண்டவெளிச் சீருடை
space time - காலவெளி
spadix - மஞ்சரி
spadix - பாளை மஞ்சரி
spark erosion - மின்பொறி அரித்தல்
spark gap - பொறியிடைவெளி
spark plug - தீப்பொறி முனை
spark plug - பொறிமுனை
spasm - சுருங்கிக் கொள்ளுதல்
spasm - இசிப்பு
spasmodic contraction - தீவிரமாகச் சுருங்கிவிரிவது
spathe - பாளை, மஞ்சரிப்பாளை
special counter - சிறப்பு வகை எண்ணி
special yarn - சிறப்பிழை
Species - இனம்
species - சிற்றினம்
species - சிறப்பினம்
specification - வரையறுப்பு
specific energy - தன்ஆற்றல்
specific gravity - ஒப்படர்த்தி
specific heat - தன் வெப்பம், வெப்ப எண்
specific impulse - தன் எரிபொருள் திறன்
specific impulse - தன் தூண்டு வகை
specific output - தன் வெளியீடு
specific volume - தற்பருமன் அளவி, தன்பருமன்
spectral line - நிறமாலைக் கோடு
spectral property - நிறமாலைப் பண்பு
spectral series - நிறமாலைத் தொடர்
spectrograph - நிறமலை வரைவி
spectroscope - அலைமாலை காட்டி, நிறமாலை அளவி
spectroscopy - நிறமாலையியல
spectrum - அலைமாலை, நிரல், நிறமாலை
speedometer - விரைவளவி
spermatic chord - விந்து வடம்
spermatozoa - விந்தணுக்கள்
sperm duct - விந்து நாளம்
spermicidal cream - விந்தழி பசை
spermicide - விந்து கொல்லி
sperm - இனவிருத்தி அணு, விந்து அணு
sphenoidal - ஆப்பு வடிவ
sphenoidal class - ஸ்பினாயிடு வகை

sphenoid bone - ஆப்பெலும்பு
sphere - கோளம்
spherical - கோள
spherical coordinate system - கோள ஆய முறை
spherical trigonometry - கோளக் கோணவியல்
spicule - நுண்முள்
spider assembly - சிலந்திக் கூட்டமைப்பு
spike (botany) - கதிர் (தாவரம்)
spin - சுழற்சி, தற்சுழற்சி
spin axis - தற்சுழற்சி அச்சு
spinal canal - தண்டுவடக்குழாய்
spinal chord - தண்டுவடம்
spinal fluid - தண்டு வட நீர்
spinal ganglia - தண்டுவட முடிச்சுகள்
spinal roots - தண்டுவட வேர்கள்
sphincter of bladder or internal sphincter - அகப் பெருக்குத் தசைகள் அல்லது சிறுநீர்ப்பையின் சுருக்கு தசைகள்
sphincter urethra or externals sphincter - நீர்த்தாரையின் புறச்சுருக்கு தசைகள்
spindel - சுழல் தண்டு
spindle - சுழலச்சு
spine - முள்
spineret - நூற்கும் அமைப்பு
spin magnetic quantum number - சுழற்சிக் காந்த மூல எண்
spinning - நூற்பு
spin system - சுழல் அமைப்பு
spiny eel - முள் விலாங்கு
spiracle - துவாரம்
spirades - காற்றுத் துளைகள்
spiral - திருகு அமைவு
spiral - அகல்சுருள், சுருளி
spiral galaxy - சுருளிப்பால்வழி மண்டலம்
spiral ganglia - சுருள் நரம்பு முடிப்பு
spiral spring - அகல் விற்சுருள், சுருளி
spirit level - ரசமட்டம்
splanchnocranium - உள்ளுறுப்புச் சட்டகம்
spleen - மண்ணீரல்
spleen abscess - மண்ணீரல் சீழ்க்கட்டி
splenomogaly - மண்ணீரல் பெருக்கம்
splintery fracture - சுள்ளி முறிவு
split - பிள, பிரிதல்
splitting factor - பிரிவுக் கூறு
splitting of energy levels - ஆற்றல் மட்டப் பிரிவாக்கம்
sponges - கடற்பஞ்சு
sponges (porifera) - புரையுடலிகள்
spontaneous fission - தானே இயங்கும் அணுப்பிளவு
spores - சிதல்
spot - பொட்டு
sprain - தசைப்பிடிப்பு, சுளுக்கு
spraying - தெளித்தல்
spread foundation - பரவல் அடிமானம்
spring - வில்சுருள், விற்சுருள்
spring control - விற்சுருள் கட்டுப்பாடு
spring mass system - வில்பொருண்மை அமைப்பு
spring - சுருள்வில்
spur - மேடு
square - ஈரடுக்கு, இருபடி
square degree - சதுரப்பாகை
square matrix - சதுர அணி
square wave - சதுர அலை
squint - மாறுகள்
stability - நிலைப்பாடு, நிலைப்பு
stability constant - நிலைப்பு மாறிலி
stabilized mirror - உறுதிநிலைப்பட்ட கண்ணாடி
staggered structure - தளத்திருகு வடிவம்
stagnation - தேக்கம்
stainless steel - துருப்பிடிக்கா எஃகு
stalagmitic - தரைப்படிவுக்கூம்பி
staminal tube - மகரந்தத்தாள் குழல்
staminode - மகரந்தத்தாள், மலட்டு மகரந்தத்தாள்
stammer - திக்குவாய், தெற்றுவாய்
stand - நிலைச்சட்டம்
standard - செந்தரம்
standard direction - செந்தரத்திசை
standard electrode - நியம மின்முனை, செந்தர மின்முனை
standard flask - அளவுக்குடுவை, நியமக் குடுவை
standard frequency generator - செந்தர அலைவெண் இயற்றி
standard practice - செந்தரப் பயிற்சி
standard solution - திறன் தெரிந்த கரைசல்
standing wave detector - நிலை அலைகாணி
standing wave pattern - நிலை அலை அமைப்பு
stapes - அங்கவடி எலும்பு
staple fibre - சிம்பு இழை
star cluster - விண்மீன் முடிச்சு
stratosphere - மீவளி மண்டலம்
start up sources - தொடக்க மூலங்கள்
state, static - நிலை
statement - சொல்லுரு
state variable - ஆதார மாறி, நிலை மாறி
static balance - நிலைச்சமன்
static calibration - மாற்றமற்ற அளவீடு செய்தல்
static characteristics - நிலைச் சிறப்பியல்புகள்

static voltage - நிலைமின்னழுத்தம்
stationary orbits - நிலைத்த பாதைகள்
stationary state - அதிர்வுறா நிலை
stationary wave - நிலைத்த அலையமைப்பு
statistical model - புள்ளிக்கணக்குப் புனைவுப்படிவம்
stator - நிலையகம்
stator ring - நிலையக வலயம்
steam - நீராவி
steam distillation - நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல்
steam ejector - நீராவி பீச்சி
steam generator - நீராவி ஆக்கி
steam power station - நீராவி மின்நிலையம்
steam production - நீராவி உற்பத்தி
steam turbine - நீராவிச் சுழலி
steel rope - எஃகு வடம்
steel tape - எஃகு நாடா
steerable - திருப்ப முடிந்த
steering - திருப்பும் அமைப்பு
stellar - உடுக்கண
stellar association - உடுக்கணச் சேர்க்கை
stem - தண்டு
stencil - மெழுகச்சுத்தாள், துளைத்தாள்
stencil diaphragm - துளைத்தகடு
stencil engraving - துளைப்பொறிப்பு முறை
stenosis - குறுக்கம்
stereo - முப்பருமான
stereochemistry - முப்பரிமாண வேதியியல்
stereoplates - முப்பரிமாணத் தகடுகள்
stereoscopic vision - பரப்பாழப் பார்வை, பருநோக்குப் பார்வை
steric effect - கொள்ளிட விளைவு
steric hindrance - கொள்ளிடத் தடை
steric strain - கொள் இட நிலைத்திரிபு
sterility - மலட்டுத்தன்மை
sternum - மார்பெலும்பு
sternum - மார்பு நடு எலும்பு
stethoscope - ஒலிமானி, துடிப்பளவி
stethoscope - மார்பு ஒலிமானி
stick lac - கொம்பரக்கு
stigma - சூலகமுடி
still - வடிகலயம்
stilling basin - தனிப்புத் தொட்டி
stimulant - ஊக்கி
stimulant - தூண்டு பொருள்
stimulated emission - தூண்டல் வெளிப்படுகை
stimulation - நூண்டுதல்
stimulus - தூண்டல்
stinging nettles - கொட்டும் முட்செடி
stipule - இலையடிச்சிதல்
stipule - இலையடுக்கம்
stipules - இலையடிச் சிதல்கள்
stochastic process - வாய்ப்பியல்பு நிகழ்வு
stock - பெருவட்டப் பாறை
stolon - படர்நிரைத்தண்டு
Stomatitis - வாயழற்சி
stone canal - கல்கால்
stops - தடுப்புகள்
storage dam - தேக்க அணை
straight chain - நீள் தொடர்
strain - நிலைத் திரிபு
strain - திரிபு
strainless ring - திரிபற்ற வளையம்
strangeness - புதுவியப்பு
strangeness - வியன்தன்மை
strange particle - வியன்துகள்
strangulated bowel - குடல் நெருக்கம்
strangulation - குடல் நெருக்கம்
strap-shaped - பட்டை வடிக
stratification - அடுக்கமைவு
stratigraphic entrapment - அடுக்கியற் படிவு அடைப்பு
stratigraphy - பாறை அடுக்கியல்
stray magnetic field - சூழ்காந்தப் புலம்
streak - உராய்வுத் தூள்
streak - உராய்வுத்துகள்
streak - கீற்றுத்துகள், உராய்
stream pattern - ஆற்று அமைப்பு
stress - தகைவு
stress-strain gauge - தகைதிரிவு அளவி
stretch - நீட்டல்
stretched state - இழுக்கப்பட்ட நிலை
striated muscle - வரித்தசை
striation - சால்வரி
stricture of urethra - நீர் அடைப்பு
strike - செவ்வமிழ்திசை
stringed instrument - கம்பி இசைக்கருவி
string model - நூல் மாதிரி
strip - தகடு
strip cropping - அகன்ற வரிசை ஊடுபயிர் முறை
stroke - தாக்கம்
stroke - பாய்வு
strong acid - வீரியம் மிக்க அமிலம்
struck string instrument - தட்டப்படும் இசைக் கருவி
structure - கட்டமைப்பு
stub shaft - துண்டு அச்சுத்தண்டு
stud bolt - திருகாணி மறை
stylus - வரைமுள்
subarkose - இணை அர்க்கோசு
subatomic particle - உள் அணுக் கருத் துகள்
sub class - துணை வகுப்பு

sub-conchoidal fracture - குறைசங்கு முறிவு
sub - conchoidal lustre - தெளிவுகுறைந்த சங்கு மிளிர்வு
sub costal vein - கீழ் விலாச்சிரை
subduction - நில அடுக்கு இறக்கம்
sub family - உள் குடும்பம்
subgenital pit - கீழ் இனப்பெருக்கக்குழி
subharmonic triggering - உட்கிளையலை தொடக்கல்
sub-hedral - குறை நிலைப் பட்டக
sub - hormonic - துணைச்சுரம்
subjective - அகநிலை
sublimation - பதங்கமாதல்
submarine cable - ஆழ்கடல் வடம்
submarine garden - ஆழ்கடல் பூந்தோட்டம்
sub-metalic lustre - குறை உலோக மிளிர்வு
sub orbital spine - கீழ் விழி முள்
subphylum துணைத்தொகுதி
subpubic angle - இடுப்பு முன் எலும்பின் கீழ்க் கோணம்
subscript - பின்னடை
subset - உட்கணம்
sub space - துணை வெளி
subspecies - உள்ளினம்
substituent - பதிலி
substitution reaction - பதிலீட்டு வினை
substratum - அடித்தளம்
subtranslucents - குறை ஒளிக்கசிவு
subtropical sea - மித வெப்ப மண்டலக் கடல்
subulate - ஊசி போன்று குறுகலான
sub umbrella surface - குடை உள் பரப்பு, குடையகப் பரப்பு
successive derivative - அடுத்தடுத்த வகைக்கெழு
successive transits - அடுத்த உச்சிக்கடத்தல்
succulent - சதைப்பற்று
sucker - பக்கக் கன்று, உறிஞ்சி
sucker fish - ஒட்டு மீன்
suckers - ஒட்டுறுப்பு
suction stroke - உறிஞ்சல் வீச்சு, உறிஞ்சல் அடி
suction valve - உறிஞ்சிதழ்
suffix - பின்னொட்டு
suffocation - மூச்சடைப்பு
sugary texture - சர்க்கரை ஒத்த யாப்பு
sugar lead - காரீயச் சர்க்கரை
suiting weight fabrics - பருத்த எடைத்துணிகள்
sulphonation - சல்ஃபோனேற்றம்
sun spot - சூரியக் கரும்புள்ளி
sunstone - சூரியக் கல்
super cluster - பெரு முடிச்சு
super conductor - மிகைக்கடத்தி
super exotic fuel - அதி அயல் எரிபொருள்
superfamily - பெருங்குடும்பம்
super heterodyne circuit - மிகைப்பன்மை இயக்கச் சுற்றுவழி
superimposing - மேற்படிதல்
superior hemiazygos vein - மேல் அசைகாஸ் சிரை
superior vena cava - மேற்பெருஞ்சிரை
superposed - ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக, மேற்படிந்த
superposition - மேற்படிவு
supersonic - அதிஒலியியல்
supersonic flight - அதிஒலிவேகப் பறத்தல்
supply circuit - தருகை மின்சுற்றுவழி (வழங்கு மின் சுற்றுவழி)
supra occipital bone - மேல் பின் தலை எலும்பு
suprarenal gland, adrenal gland - அண்ணீரகம்
supra temporal fossa - மேல் பொட்டுக்குழி
suppression - அடக்கல்
suppressor - அமிழ்த்தி
suppressor - அடக்கி
suppressor grid - அடக்கி வலை
suppuration - சீழாதல்
surd - பகுபடா எண்
surface active agent - புறப்பரப்பில் செயல்படும் பொருள்
surface finishing - பரப்பு சீரமைத்தல்
surface mine - மேற்பரப்புச் சுரங்கள்
surface of revolution - சுழற்சிப் பரப்பு
surface tension - மேற்றள இழுப்பு, பரப்பு இழுப்பு
surface tension - பரப்பு இழு விசை
surface type - மேல்மட்ட வகை
surge - அலை எழுச்சி
surge counter - அலையெழுச்சி எண்ணி
surge impedance - அலையெழுச்சி மறிப்பு
surgeon - அறுவை சிகிச்சை மருத்துவர்
surge point pulsation - எழுச்சி நிலை
surge supressor - அலையெழுச்சி அமிழ்த்தி
surgical operation - அறுவை சிகிச்சை
surging and ebbing of fluid - நீரின் அலையியக்கமும் உந்து ஆற்றலும்
surplus weir - வழிவாய்
surveyor - அளக்கையாளர்
survey stone - நில எல்லைக்கல்
survey type - கள ஆய்வு வகை
survey vessel - அளவாய்வுக்கலம்
suspension system - தொங்கமைப்பு
suture - தையல்
swamp - சேற்று நிலம்
sweat gland - வியர்வைச் சுரப்பி
sweep circuit - சாய்வீச்சுச் சுற்றுவழி
sweep generator - வீச்சு இயற்றி
swelling and exudate - வீக்கமும் சீழும்
swim bladder - நீச்சல் பை

switch - இணைப்பு மாற்றி
switch - இணைப்பி
switchgear - பிரிகலம், இணைகலம்
switching - இயக்குதல், நிலைமாற்றுதல்
switching properties - இணைப்பு இயல்புகள்
sydenham's chorea - சைடன்ஹாம் தாண்டவம்
syllabyfication rule - அசை விதி
syllogistic - முக்கூற்று முடிவுறை
symbiont - கூட்டுயிரி
symbiosis - இணைவாழ்க்கை
symbol - குறியீடு
symbolic, formal - குறியீட்டு
sympolic logic - குறியீட்டு அளவையியல்
symmetric matrix - சமச்சீர் அணி
symmetry - சமச்சீர்மை
sympathetic ganglia - பரிவு நரம்பு முடிச்சு
sympathetic nervous system - பரிவு நரம்பு மண்டலம்
symphysis pelvis - இடுப்பெலும்பு இணைப்பு
symphysis pubis - இடுப்பு முன் எலும்பு இணைப்பு
symptoms - அறிகுறிகள்
syn addition - ஒருபுறச் சேர்க்கை
synapsis and separation - இணைந்து பிரிதல்
synchronising - ஒத்தியக்க
synchronous - இடையறாது ஒன்றி இயங்கி, ஒத்தியங்கு
synchronous - ஒத்தியக்க
synchronous generator - ஒத்தியங்கு மின் ஆக்கி
synchronous rectifier - ஒத்தியங்கு திருத்தி
synchrotron - மின்காந்த இணை அமைப்பு
syncope - தற்காலிக மயக்க நிலை
syndetic - இணைப்புத் தனிக்கணம்
syndrous - ஆணக இணைநிலை
syngenesious - பக்கவாட்டில் இணைந்த
syngenesious - ஒன்றுடனொன்று இணைந்த
synodic month - சூரிய வழிநாதம்
synovial joint - சவ்வு மூட்டு
synovial membrane - மூட்டுச் சவ்வு
syntactic - தொடர்நிலை
synthesis - தொகுப்பு
synthesis - தொகுப்பு முறை
synthesis system - தொகுப்பாய்வு
synthetic - செயற்கை
synthetical - தொகுப்பு நிலை
synthetic crystals - செயற்கைப் படிகங்கள்
synthetic rose essence - செயற்கை அத்தர்
syphilis - கிரந்தி
syphilis - மேக நோய்
system - தொகுதி, அமைப்பு
system of coordinates - ஆயமுறைகள்
system of knowledge - அறிவு அமைப்பு
system of lenses - வில்லைத் தொகுதி
systole - இதயச் சுருங்கல்

T

table type - மேடை வகை
tabular - பாளம்
tachycardia - வேகமான இதயத் துடிப்பு
tactile organ - தொடு உணர் உறுப்பு
tadpole - தலைப்பிரட்டை
tangent plane - தொடுதளம்
tangential component - தொடுகோட்டு உறுப்பு
tangential force - தொடுகோட்டு விசை
tangential turbine - தொடுவரைச் சுழலி
tank cell - தொட்டி மின்கலம்
tanning - பதனிடல், தோல்
tanning process - பதனிடல் செய்முறை, தோல்
tape recorder - பதிவு நாடா
tapioca - ஆள்வள்ளி
target - இலக்கு
target - குறியிலக்கு
target area - இலக்குப் பரப்பு
target atom - குறியணு
target material - இலக்குப் பொருள்
target nucleus - தடை அணுக்கரு
taste bud - சுவை அரும்பு
taste buds - சுவை அரும்புகள்
taurus constellation - இடப விண்குழு
taut band - விசித்த பட்டை
tautomerism - இயங்குசமநிலை
technological - தொழில்நுட்ப
technology - தொழில் நுட்பம்
tectonic - புவிப்புற மாற்றவியல்
tee joint - நேர்குத்து இணைப்பு
tegmina - மூடி இறக்கைகள்
telecommunication - தொலைச்செய்தித்தொடர்பு
teleconference - தொலை அளவளாவல்
telegraph - தொலைவரி
telegraph code - தொலைவரிக் குறியீடு
telegraphy - தொலைவரைவியல்
telemetry - தொலைமுறை அளவியல்
telescope - தொலை நோக்கி
telescopic piston - சரியும் உலக்கை
TE-mode - அலைமுறை, மின்குறுக்கு
temperate region - மித வெப்ப மண்டலம்
temperature - வெப்பநிலை
temperature coefficient - வெப்பக்கெழு
temporal field - பொட்டுப்பகுதி பார்வைப் புலம்
temporal fossa - பொட்டுத் துளை
tenacity - இழுவலிமை
tenderness - தொடுவலி

tendon - நாண், வல்விழை
tensile strength - இழுவலிமை
tension - இழுப்பு
tensor - பண்பன்
tensor force - பண்பன் விசை
tensor polarization - பண்பன் முனைவாக்கம்
tentacle - உணர் நீட்சி
tepal - பூவிதழ்
terminal board - ஈற்றுப் பலகை
terminal edge - ஈற்று விளிம்பு
terminal equipment - ஈற்று மின்சாதனம்
terminal or apical bud - நுனி அரும்பு
terminals - முனைகள், ஈறுகள்
terminate - ஈறு
termite - கரையான்
terns - ஆலாக்கள்
terrapin - நன்னீர் ஆமை
terrestrial animal - நிலவாழ் விலங்கு
terrestrial coordinate system - நிலக்கோள ஆயமுறை
terrestrial ecology - நிலச் சூழலியல்
terrestrial equator - புவி நடுவரை
tertiary carbonium ion - மூவிணையக் கார்போனியம் அயனி
tertiary consumers - மூன்றாம் நிலை நுகர்வன
tertiary sources - மூன்றாம் நிலை மூலங்கள்
testa - விதை உறை
test function - ஆய்வுச் சார்வு
testicular feminization - ஆண் பேடலி அலித்தன்மை
testis - விந்தகங்கள், விதைக்காய்
test method - சோதனை முறை
test specimen - சோதனைப் பொருள்
tetanus - இசிவு நோய்
tetracuspid - நாற்கூர்முனை வளைவு உடுவளை
tetradiate - நாற்கர அமைப்பு
tetragonal system of crystal - நாற்கோணப்படிகத் தொகுதி
tetrahedral class - நாற்பட்டக வகை (அ) நாற்சமச் சீர்மை வகை
tetrahedral complex - நான்முக அணைவு
tetrahedran - நாற் பட்டகம்
tetrahedron நான்முகத்தகம்
tetrapod, quadruped - நான்கு கால் விலங்கு
tetrodes - நான்முனையங்கள்
tetrogonal - நாற்கோண
textural formation - யாப்பு உருவாக்கம்
texture - நெசவு அல்லது யாப்பு
tex warp - துகில் பாவு
tex worsted - துகில் மணிக்கம்பளி
thalamus - பூத்தளம்
the line of apsides - அண்மை சேய்மைக்கோடு
theorem - தேற்றம்
theoretical - கோட்பாட்டியலான
theory - கோட்பாடு
theory and practice - கோட்பாடும் நடைமுறையும்
theory of algebraic structure - இயற்கணிதக் கட்டமைப்புக் கோட்பாடு
theory of evolution - பரிணாமக் கோட்பாடு
theory of knowledge - அறிவுக் கோட்பாட்டியல்
theory of games - ஆட்டக் கோட்பாடு
theory of relativity - சார்புக் கொள்கை
theory of sets - கணக்கோட்பாடு
theory of topological structure - இடத்தியக் கட்டமைப்புக் கோட்பாடு
therapeutics - மருந்து முறையியல்
thermal conduction - வெப்பக் கடத்தல்
thermal convection - வெப்பச் சுழற்சி
thermal cracking - வெப்பப்படுத்திச் சிதைத்தல்
thermal efficiency வெப்பத் திறமை
thermal engine - வெப்பப்பொறி
thermal generator - வெப்ப ஆக்கி
thermal gradient - வெப்பச் சரிமானம்
thermal neutron - மித நியூட்ரான்
thermal reactor - வெப்ப உலை
thermal shield apron - வெப்பக்காப்புக் கவசம்
thermal stability - வெப்ப நிலைப்பு
thermal type - அனல் வகை
thermocline - வெப்பநிலைச் சரிவுப் பகுதி
thermo couple - வெப்ப மின்னிரட்டை
thermodynamics - வெப்ப இயக்க இயல்
thermometry - வெப்ப அளவியல்
thermo nuclear action - வெப்ப அணுக்கரு இயக்கம்
thermo nuclear bomb - வெப்ப அணுக்கருக் குண்டு
thermopile - வெப்ப உலை அடுக்கு
thermoplastic - வெப்பக் குழைமம்
thermoplastic - வெப்ப நெகிழி
thermoplastic resin - தெர்மோபிலாஸ்டிக் ரெசின்
thermo regulatory centre - வெப்பக் கட்டுப்பாட்டு மையம்
thermoset - வெப்பத்தால் உருகாத
theta pinch - திட்டா நெருடு
thick film circuit - திண்படல மின்சுற்றுவழி
thickness - திண்ணம், கனம்
thick wall - திண்சுவர்
thick walled type - திண்சுவர் வகை
thin - மெல்லிய
thin films - சன்னப்படிவுகள்
thin wall - மென்சுவர்
third quartite - மூன்றாம் கால்நிலை
third ventricle of the brain - மூளையின் மூன்றாம் உட்குழிவுப் பள்ளம்

TH mode - அலைமுறை, காந்தக்குறுக்கு
thoracic cavity - மார்பறை
thoracic duct - மார்புக்குழாய்
thoracic vertebra - மார்பு முள்ளெலும்பு
thorax - மார்புப்பகுதி
thrashing drum - உருள்கலம்
three dimensional space - முப்பரிமாண வெளி
three phase - முத்தறுவாய்
three phase power system - முத்தறுவாய் மின் அமைப்பு
thrips - இலைப்பேன்கள்
throlle - நெரிந்து
thromboembolism - இரத்த உறைவுகளுடன் கூடிய உள்ளெரிகை
thrombosis - குருதிப்படிம உறைவு
throttle - நெரிப்பு
throttled flow - அடைத்த பாய்வு
throttling - அடைத்தல் நெரித்தல்
throttling valve - நெரிப்பு இதழ்
thrust - தள்ளுவிசை
thunder - இடியோசை
thyroid gland - தைராய்டு சுரப்பி
thyrosine - தைரோசின்
thyrosine-transaminase - தைரோசின் ஏற்றம்
thyrosinosis - தைரோசினோசிஸ்
thyrotoxicois - தைராய்டு மிகை ஆக்கம்
tick paralysis - உண்ணி இசுவு
ticks - உண்ணிகள்
tidal current - ஓத நீரோட்டம்
tide - கடல் ஓதம்
tide gauge - அலைமானி
tidel energy - அலை ஆற்றல்
tie plate casting - இணைந்த வார்ப்புத்தட்டு
tie rod - இணைப்புக் கோல்
tier system of cultivation - அடுக்குச் சாகுபடி முறை
tiliform - இழை போன்ற
timber - சுரப் பண்பு
time base - நேர அடிப்படை
time dependent - நேரச் சார்புகள்
time independent - நேரச் சார்பற்ற
time study - நேர ஆய்வு
tissue bore - தண்டு துளைப்பான்
tissues - திசுக்கள்
toe out - ஒருங்கே ஒட்டல்
tolerance - பொறுமை
tonal variation - வரி நிழல் வேறுபாடு
tone - சுருதி
tonic - ஊட்ட நீர்மம்
tonicity - சுருங்கி நிற்கும் ஆற்றல்
tools and plants - கருவிகளும் சாதனங்களும்
tooth crown - பற்சிகரம்

topographic survey - இடவிளக்கியல் அளக்கை
topography - இடத்து விளக்கவியல்
topography - இடத்தியல்பு
topological group - இடத்தியக் குலம்
topological invariant - இடத்திய மாற்றமிலி
topological manifold - இடத்திய மடிப்புவெளி
topological property - இடத்தியப் பண்பு
topological space - இடத்திய வெளி
topological transformation group - இடத்திய உரு மாற்றக் குலம்
topology - இடத்தியல்
toroidal chamber - வளைய அறை
toroidal form - வளைய வடிவி
torpedotube - ஏவுகுழல்
torque - திருக்கம்
torque to wait ratio - திருக்கத்துக்கும் எடைக்கும் உள்ள விகிதம்
torrid zone - வெப்பமண்டலம்
torsion - முறுக்கம்
tortoise - நில ஆமை
tow - இழைக்கரடு
tower excavator - கோபுர அகழ் எந்திரம்
towing gear - இழுவலைச் சாதனம்
toxemia - நச்சுக்குருதி
toxic effect - நச்சு விளைவு
tracer - தடங்காண் ஊடகம்
tracer method - தொடர்பு முறை
tracheal tube - மூச்சுக்குழாய்
tracheostomy - மூச்சுக் குழல் திறப்பு
tractor - இழுஎந்திரம், இழுபொறி
tractor - கலப்பை வண்டி
trade wind - தடக்காற்று
trade wind latitude - தடக்காற்று அகலாங்கு
trajectory - பாதை
transactions - செய்தி பரிமாற்ற இதழ்கள்
transcendental logic - அப்பாலை அளவையியல்
transcendental number - அதி இயல் எண்
transcendental plane - அதி இயல்தளம்
transcription & programme exchange - மறுபதிவு மற்றும் கொடுக்கல் வாங்கல்
transducer - ஆற்றல் மாற்றி
transducer - ஆறறல் வடிவமாற்றி
trans-esterification - எஸ்டர் பரிமாற்ற வினை
transfer collision - இடமாற்று மோதுகை
transfer oscillator - மாற்ற அலையியற்றி
transformation groups - உருமாற்றக் குலங்கள்
transformer - மின்மாற்றி
transformers - மின்மாற்றிகள்
transfressiue structure - ஒதுக்கப்பட்ட அல்லது தள்ளப்பட்ட கட்டமைப்பு
transient - கணத்தில் மாறுகின்ற

trans isomer - எதிர்ப்புற மாற்றியம்
transistor - திரிதடையம்
transition elements - இடைநிலைத் தனிமங்கள்
transition fit - இடைநிலைப் பொருத்து
transition state - இடைநிலைத்தன்மை மாறுநிலை
transition state - மாறுநிலை
translational motion - இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம்
translational motion - பெயர்ப்பு இயக்கம்
translucent - ஒளிக்கசிவு
transmission - மின்செலுத்தல்
transmission - செலுத்தல்
transmission line - செலுத்தத் தொடர்
transmission system - அலைசெலுத்த அமைப்பு
transmission tower - மின்கடத்தும் கோபுரம்
transmitter அலைசெலுத்தி
transmitting - செய்தி பரப்பும்
transmitting station - அலைபரப்பு நிலையம்
transmulation - தனிம மாற்றம்
transparent - ஒளி ஊடுருவும், ஒளிபுகும்
transpiration - தாவர நீராவிப் போக்கு
transponder - செலுத்தியங்கி
transport mechanism - கடத்தல் முறை
transpose matrix - நிரல் நிரை மாற்ற அணி
transverse axis - குருக்கச்சு
transverse genital septum - குறுக்கு இனஉறுப்புத் தடுப்பு
transverse ligment - குறுக்குத் தசை நார்
transverse load - குறுக்குச் சுமை
transverse wave - குறுக்கலை
trapezohedral - சரிவகப் பட்டகம்
trapezohedral class - சரிவகப்பட்டக வகை
trapezohedron - சரிவகப்பட்டை
traverse survey - நடக்கை அளக்கை
trawl - இழுவலை
tread - இயங்ககலம்
treating - பதப்படுத்தல்
treatise - மூலப்பாடநூல்
treatment - சிகிச்சை
trellis drainage patterrn - கொடிப்பின்னல் வடிகால் அமைப்பு
trench barriers - பள்ள அரண்கள்
trencher - பள்ளம் அகழ் எந்திரம்
treponema pallidum - திரபனீமா பாலிடம்
triangular - முக்கோண
triangular matrix - முக்கோண அணி
triangulation survey - முக்கோண அளக்கை
tricep - முத்தலைத் தசை
triclinic system - மூச்சரிவுத் தொகுதி
tricuspid valve - மூவிதழ் ஒருவழி அடைப்பு
tridentate - மூ இடுக்கி
trifoliate - மூன்று சிற்றிலைகளைக் கொண்ட
trigger circuit - தொடக்கும் சுற்றுவழி
trigger fish - மூளியன்
trigometrical - முக்கோண (அ) மும்மடி
trigonal - முக்கோண
trigonal class - முச்சமச்சீர்மை
trigonometric method - முக்கோணக் கணக்கியல் முறை
trigonometry - கோணக் கணிதம்
trillings - மும்மடி
trilobites - முக்கூற்று உடலிகள்
trimerous - மூவங்க
trimorphism - மூஉருவமாதல்
trimorphous - மூவுருக
trip circuit - திறப்புச் சுற்றுவழி
triple bond - முப்பிணைப்பு
tripyramidal class - முக்கூம்புப் பட்டக வகை
triradiate - மூன்றார அமைப்பு
triradiate pelvis - முப்பிரிவு இடுப்பு எலும்பு
trirhombohedral class - முச்சாய் சதுரப் பட்டகவகை
trochlear nerve - வளை சவ்வுத் தசை
trophonomata - நுண் நரம்புக்குழாய்
tropic zone - வெப்ப மண்டலம்
tropical forests - வெப்ப மண்டலக் காடுகள்
tropical region - வெப்ப மண்டலம்
tropical year - பருவ ஆண்டு
tropism - தூண்டல் சார் நுட்பம்
troposphere - அடிவளி மண்டலம்
tropsy - திசு ஆய்வு
trottle - குறுவழி
trough - அகடு
true bearing - உண்மைத் திசைக்கோணம்
true dip - உண்மை அமிழ்கோணம்
true direction - உண்மைத் திசை
true rib - உண்மை விலா எலும்பு
trues towerk - கோர்வுத் தரக்கோபுரம்
trunk - நடுவுடல்
trunk - நீருடல்
trunk line - நடுமைபக் குழாய்
trunk vertebra - உடல் முள்ளெலும்பு
trypanosomiasis - உறக்க நோய்
tube - குழாய்
tube feet - குழல் பாதங்கள்
tube feet - குழாய்க் கால்கள்
tube sccket - குழல் உறை
tubercle bacilli - காசநோய் நுண்ணுயிரி
tuberculosis - என்புருக்கி
tube worms - குழல்வாழ் புழுக்கள்
tubu'ar filtrate - நுண்குழல் வடிப்பு
tufted - கொத்தாக
tuft - குஞ்சம்
tumour - கட்டி

tuned - இசைப்பித்த
tuned circuit - இணைப்புச் சுற்றுவழி
tunnel effect - கசிவு விளைவு
tuner - இசைப்பி
tuning - இசைப்பு
tuning fork - இசைக்கவை
tunica vaginalis - இருபடிவமுள்ள உறை
tunica albugina - வெண்மை விரை
turbidimeter - கலங்கல்மானி
turbidimeter method - குழம்புமை மானி முறை
turbidity - கலங்கல் தன்மை
turbinate bone - சுருள் எலும்பு
turbine - சுழலி
turbine - சுழல் பொறி
turbo alternator - சுழல் மின் ஆக்கி
turbojet - சுழல்தாரை
turbojet - சுழல் தாரைவிமானம்
turbo prop - சுழல்கலம் செலுத்தி
turbo ramjet - சுழல் மோது தாரைப் பொறி
turbulant flow - சிதறல், சிதறோட்டம்
turn - சுற்று
turning - சுழற்றுதல்
turning radius - திரும்பாரம்
turtle - கடல் ஆமை
twig - மிலாறு
twill - இருபடை நெசவு
twin crystals - இரட்டைப் படிகம்
twinner - சுழல் கொடி
twinning - இரட்டுறல்
twins - இரட்டைப்பிறவிகள்
twins - இரட்டைகள்
twist - முறுக்கு
twisted or contorted - திருகமைவு
twisted yarn - முறுக்கு நூல்
two digit - ஈரிலக்க
two dimensional surface – இருபரிமாணப் புறப்பரப்பு
two fold, digonal – இருமடி (அ) இருகோண
two harness loom - இரட்டைப்புணிக் கைத்தறி
two ring sparger - இரண்டு தூவு வளையக்கலங்கல்
two valued - இருமதிப்பு
tympanal organ - செவிப்பறை உறுப்புகள்
tympanic membrane - காதுச் சவ்வு
type - வகை
type cleaner - தட்டச்சுத் தூய்மி
typical - வகைமை
typical curve - வகை வளைவு

U

ulcer - வயிற்றுப்புண்
ulnar artery - ஆரத்தின் தமனி
ultra-centrifugal - அதிமைய விலக்கு முறை
ultra filtration - நுண் வடித்தல்
ultrasonic flaw detector - புறஒலிக் குறைகாட்டிகள்
ultrasonic machining - புறஒலி எந்திரவினை
ultrasound – கேளா ஒலி
ultraviolet - புற ஊதா
ultraviolet radiation - புற ஊதாக் கதிர்வீச்சு
ultra violet ray - புற ஊதாக் கதிர்
umbel - குடைமஞ்சரி
umb licus - கொப்பூழ்
uncertainty principle - தேறாமைக் கொள்கை
unconditioned stimulus - இயல்புத் தூண்டுகை
underground mine - நிலவறைச் சுரங்கம்
undescended testes - இறங்கா விரைகள்
undisturbed - கலைக்கப்படாத
undulate - நெளிசலுடைய
undulating membrane - வளை கசை இமை
undulating motion - அலை இயக்கம்
undulatory - இலையியல்பு
undulatory movements - தொடர் அலை இயக்கம்
ungulates - குளம்புடைப் பாலூட்டிகள்
uniaxial - ஓரச்சு
uniaxial positive - நேர்மறைக் கனிமம்
unified mass unit - ஒருங்கிணை பொருண்மை அலகு
unified model - ஒருங்கிணைவுப் படிமம்
unified theory – ஒருங்கிணைந்த கோட்பாடு
uniform - சீரான
uniform flow - சீரோட்டம்
unilocular - ஓர் அறையுடைய
union set - சேர்ப்புக் கணம்
unisexual - ஒருபாலானவை
unit matrix - அலகு அணி
unit prism - அடிப்படைப் பட்டகம், அலகுப்பட்டகம்
unit - அலகு
unit vector - ஓரலகுத் திசையன்
universal - பொது
universality - பொதுமை
universe ovum - அண்டம்
unpaired electron - பிணைவுற அல்லது பங்கிடப் படாத எலெக்ட்ரான்
unsaturated - அடைபடா, நிறைவுறாத
unsaturated solution - தெவிட்டாத கரைசல்
unsegmented - கண்டங்களற்ற
unstability, instability - நிலையின்மை, நிலைப்பின்மை
upper arm - மேற்கை
upper eye lid - மேல்இமை
upper limit - மேல்வரம்பு
upper respiratory tract - முச்சுப்பாதையின் மேல்புறம்
upwelling - நீரெழுச்சி
ureter - சிறுநீர் உட்குழாய், சிறுநீர் நாளம்

urethra - சிறுநீர்த்தாரை, சிறுநீர் வெளிக் குழாய், சிறுநீர்ப்புறவழி, மூத்திரக்குழாய்
uretery pelvic - நாளக் கூபகம்
urinary bladder - சிறுநீர்ப்பை, மூத்திரப்பை
urinary tract - சிறுநீர் மண்டலம்
uterus - கருப்பை

V

vaccine - தடுப்பு மருந்து
vacuole - நுண்குமிழி
vacuoles - சாற்றுக்குழிகள்
vacuum deposition - வெற்றிட வீழ்படிவு
vacuum fusion - வெற்றிட உருக்குதல்
vacuum pump - வெற்றிட வீழ் எக்கி
vacuum tube - வெற்றிடக் குழல்
vagina - புணர்புழை, புணர்வாய்
vagina - யோனிக்குழல்
valence electron - இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்
valency - இணைதிறன்
valley - சமதளக் கணவாய்
val'eys - பள்ளத்தாக்குகள்
value - மதிப்பு
valvate aestivation - தொடு இதழமைவு
valve - ஒருவழிக் கதவு
valve - ஓரதர்
valve - கட்டுப்பாட்டிதழ்
valve - கட்டுப்படுத்தும் இதழ்
valve - தடுப்பிதழ்
valves - அடைப்பிதழ்
valve arresters - அடைப்பிதழ் அமிழ்த்திகள்
valves - தடுப்புகள்
valvulitis - ஒருவழி அடைப்பு அழற்சி
vane - இதழ்த்தகடு
vapour - ஆவி
vapour cycle - ஆவிச் சுழற்சி
vapour density - ஆவி அடர்த்தி
vapour lamp - ஆவிவிளக்கு
vapour lock - ஆவி அடைப்பு
vapour phase - ஆவி நிலை
varactor - மாறுசெயலி
variable - மாறி
variable capacitance - மாறும் கொண்மம்
variation - மாற்றம், வேறுபாடு
varnish - குழைவனம்
vascularisation - தாளமயமாக்கல்
vasdeferens - விந்து வெளிப்படும் நாளம்
vasodilator - நாள விரிப்பி
vasodilators - குழல் விரிவாக்கிகள்
vasop:essor - இரத்த நாள அழுத்தி
vat dye - தொட்டிச் சாயம்
vault - நிலவறை
vector - திசையன், நெறியன்
vectorial angle - திசையன் கோணம்
vector polarization - திசையன் முனைவாக்கம்
vaga - அபிசித்
vegetative form of amoeba - வீரியமுள்ள அமீபா
vegetative stage - தழைவளர்ச்சி நிலை
vein - இதய நோக்கு இரத்தநாளம்
vein - சிரை
velamen - முனை சூழ்தாள்சவ்வு
velocity - திசைவேகம், விரைவு
velocity head - விரைவு மட்டு
velocity pick up - விரைவு உணரி
velocity space - திசைவேக வெளி
velvet - ஒண்பட்டு
vena comitans - உள்நாளச் சிரை
venereal disease - பால்வினை நோய், கலவி நோய், கலவி மேகநோய்;
venous ligation - சிறையைக் கட்டுதல்
ventral - கீழ்ப்பக்கம்
ventral fin - வயிற்றுத் துடுப்பு
ventral side - கீழ்ப்பக்கம்
ventury tube - தொண்டைக் குழல்
venus - சுக்கிரன், வெள்ளி
vermicide - புழுக்கொல்லி
vermifuge - புழுவகற்றி
vertebra - முள்ளெலும்பு
vertebral column - முதுகெலும்புத் தொடர்
vertebral plexus of veins - முள்ளெலும்புச் சிரைப் பின்னல்
vertebrae - முதுகெலுமபுகள்
vertebrate fossil - முதுகெலும்பிகளின் புதைபடிவங்கள்
vertebrarterial foramen - முள்ளெலும்புத் தமனித் துளை
vertebrata - முதுகெலும்பி
vertex - உச்சி
vertical - குத்து, நிலைக்குத்து
vertical ang!e - உயரக்கோணம்
vert:cal axis - நிலையச்சு
vertical measurement - உயர அளவு
vertical p:laster - செங்குத்தான சதுரத் தூண்
vertical scanning - குத்தலகீடு
vertical shear - செங்குத்துத் துண்டிப்பு
vertical stratification - செங்குத்து அடுக்கமைவு
vertices - உச்சிகள்
vertigo - தலைச்சுற்றல்
vesic!e - கொப்புளம்
vesicles - செல்குமிழ்கள்

vesico vaginal fistula - சிறுநீர்ப்பை பிரிப்புக் கால் வாய் இணைப்பு
vessel - கலம், கலன்
vestigeal - செயலற்ற
vibration - அதிர்வு
vibrational motion - அதிர்வியக்கம்
vibration drilling - அதிர்வுத் துளைப்பு
vibration isolation - அதிர்வு தனிப்படுத்தல்
vibration pickup - அதிர்வு அளவி, அதிர்வு உணரி
vibration table - அதிர்தளம்
vibrator - அசக்கி, அதிர்வி
vibrator housing - அதிர்வியகம்
vibro transmitter - அதிர்வுமின் மாற்றி
video display terminal - அகல்பட்டைக் காட்சி வெளியீடு
vinegar - காடி
vingent's organisms - வின்ஜெண்டு உயிரிகள்
vinylation - வைனைல் ஏற்றம்
virus - அதி நுண்ணுயிர், நச்சுயிரி
viscosity - பாகு, பிசுப்பு, பிசுப்புமை
viscous - பிசுப்புத் தன்மை
viscous dampers - பிசுப்பு அதிர்வொடுக்கிகள்
visible light - கண்ணுறுஒளி, புலப்படும் ஒளி
visible region - கண்ணுறு பகுதி
vision - மதிநுட்பம்
visual centre - பார்வையை உணரும் மையம்
vital statistics - அடிப்படைப்புள்ளி விவரம்
vitreous lustre - பளிங்கு மிளிர்வு
viviparous animal - குட்டிபோடும் விலங்கு
voids - வெற்றிடம்
volatilise - ஆவியாக்குதல்
voltage - மின் அழுத்தம்
voltage coil - மின்னழுத்தச் சுருள்
voltage controlled oscillator - மின்னழுத்தக் கட்டுப் பாட்டு அலைவு இயற்றி
voltage drop - மின்னழுத்த வீழ்ச்சி
voltage standing wave - மின்னழுத்த நிலை அலை
voltaic pile - வோல்ட்டா அடுக்கு
voltmeter - மின்னழுத்த அளவி
volume - கனபரிமாணம், பருமன்
volume force - கனவிசை, பருமன்விசை
volumetric analysis - பருமனறி பகுப்பாய்வு
volumetric efficiency - பருமன் திறமை
volumetric method - பருமன் அளவீட்டு முறை
voluntary action - இச்சைச் செயல்
voluntary muscle - இயக்குதசை
vomer - கலப்பை எலும்பு
vortex - நீர்ச்சுழி, சுழிப்பு
vulcanizing agent - வலிவூட்டும் பொருள்
vulval oedema - உபத்த வீக்கம், அல்குல்வீக்கம்
vulvitis - உபத்தஅழல், அல்குல் அழல்

W

warp - பாவு
warp faced twills - பாவு முகப்பு இருபடைநெசவு
warp satin - பாவு ஒண்பட்டுகள்
water current meter - நீர் ஓட்டமானி
waterfalls - அருவிகள்
water holes - நீர்த்துளைகள்
water isomerism - நீர்மாற்றியம்
water jacket - நீருறை
water mill - நீராலை
water of crystallisation - படிக நீர்
water proof - நீர்க்காப்பு
water rod - நீர்க்கோல்
water sampler - நீர் மாதிரி எடுப்பி
water table - நில அடி நீர்மட்டம்
water vascular system (zool) - நீரோட்ட மண்டலம், நீர்ச்சுழற்சி மண்டலம்
wattmeter - திறனளவி
watt meter - வாட் அளவி
wave analyser - அலை ஆய்வி
wave equation - அலைச் சமன்பாடு
wave form - அலைவடிவம்
wave front - அலைமுகம்
wave function - அலைச்சார்பு
wave generator - அலைவியற்றி
wave guide - அலைவழிப்படுத்தி
wave mechanics - அலை எந்திரவியல், அலை இயக்க வியல், அலைவிசையியல்
wavemeter - அலை அளவி
wave number - அலை எண்
wave packet - அலையகம், அலைப்பெட்டகம்
wave polarised microscope - அலை முனைவாக்க நுண்ணோக்கி
wave polarization - அலை முனைவாக்கம்
wave shaping circuits - அலை வடிவமைப்புச் சுற்று வழிகள்
wave velocity - அலைவிரைவு
wave winding - அலைச் சுருணை
waxiness - மெழுகுத் தன்மை
weak acid - வலுவிழந்த அமிலம்; வலிவு குன்றிய அமிலம்
weak base - வீரியம் குன்றிய காரம், வலிவு குன்றிய காரம்
weak force - ஆற்றல் குன்றிய விசை, மெலி விசை
wear of bearing - தாங்கித் தேய்மானம்
weathered acid volcanic rock - சிதைவுற்ற அமில வெளிஉமிழ்வுப் பாறை
weather forecasting system - வானிலை முன்கணிப்பு அமைப்பு
web - விரலிடைத் தோல்

web fed press - தொடர் ஊட்ட அச்சடிப்பு எந்திரம்
wedge - ஆப்பு
weedicides - களைக் கொல்லிகள்
weft - ஊடை
weight and inertia - எடையும் மடிமையும்
weighting factors - மாற்றுக்கூறுகள்
weir - கலிங்கு
weld deposit - பற்றுவைப்புப் படிவுப்பொருள்
welding - பற்றுவைத்தல்
welding torch - பற்றுவைக்கப்பயன்படும் ஒளிக் கருவி
wheel base - சக்கர அடிப்பகுதி
whirl pool - பெருநீர்ச் சுழி
white matter - முளையின் வெள்ளைநிறப் புறணிப் பகுதி
whooping cough - கக்குவான்
whorled - வட்ட அமைவு
wide angle - அகன்ற கோணம்
winch drum - இழுசலன்
wind blown instruments - காற்று ஊது இசைக்கருவிகள்
wind box - காற்றுப்பெட்டி
wind energy - காற்று ஆற்றல்
winding - மின்சுருணை
winding pitch - சுருணை இடைவெளி
wind instrument - காற்று இசைக்கருவி
wind turbine generator - காற்றுச்சுழலி மின் ஆக்கி
wind vane - காற்றுத் திசைகாட்டி
wing petals alae - இறகு இதழ்கள்
winnower - தூற்றி, தூற்றுவான்
wireless signal instrument - மின்காந்த அலை பரப்பும் கருவி
wire telegraphy - கம்பித் தொலைவரி
wisdom teeth - அறிவுப் பற்கள்
witchof agnesi - அகனேசி வளைவு
withstand voltage - மின்னழுத்தத் தாங்குதிறன்
wood engraving - மரக்கட்டைப் பொறிப்பு
wool - கம்பளி
woollen carding machine - கம்பளி இழைநூற்பு எந்திரம்
word codes - சொல் குறியீடுகள்
work - பணி
work simplification - பணி எளிமையாக்கம்
work system and procedure audit - பணி அமைப்பு மற்றும் செய்முறைத் தணிக்கை
worsted - மணிக்கம்பளி
wound - சுற்றப்பட்ட
wound infection - காய ஆக்கிரமிப்பு, காயத் தொற்று
woven cloth - நெய்த அழுந்தலாடை

X

xenolith - அயல் அடக்கப்பாறை
xerography - உலர் நகல்வரை முறை
xerophthalmis - உலர் கண்
x ray - எக்ஸ் கதிர்
x ray diffraction - எக்ஸ் கதிர் அலைப்பிதிர்வு
x ray wave - எக்ஸ் கதிர் அலை
x,y,z, optical axis - xy,z, ஒளியியல் அதிர்வச்சுக்கள்

Y

yarn slippage - நூல் தத்துகள்
y-axis - இடைஅதிர் அச்சு, y அச்சு
yellow enzyme - மஞ்சற் நொதி
yellow fever - மஞ்சள் காய்ச்சல்
yield strength - அறுதிநிலை உறுதிப்பாடு, நெகிழ் வலிமை
young's modulus - யங் மட்டு

Z

z-axis - மெது அதிர்வச்சு, z அச்சு
zenith - வான் உச்சி
zero - சுழி, பூஜ்யம்
zero matrix, null matrix - சுழி அணி, பூச்சிய அணி
zero point vibration - சுழிநிலை அதிர்வு
zero position - சுழி நிலை
zero shift - சுழிப்பெயர்ச்சி
zero voltage axis - சுழி மின்னழுத்த அச்சு
zinc - துத்த நாகம்
zinc dust - துத்தநாகத் தூள்
zonal - வளாக
zonal angle - வளாகக்கோணம்
zonal axis - வளாகஅச்சு
zonal equation - வளாகச் சமன்பாடு
zonal face - வளாகமுகம்
zone - வளாகம்
zoning - வட்டாரப் பிரிவு
zooming effect - அணுக்கல் விளைவு
zoom lens - அணுக்கல் வில்லை
zoom ratio - அணுக்கத் தகவு
zoonosis - விலங்குவழி நோய்
zwitter ion - இருமுனை அயனி
zygomatic arch - கன்ன வளைவு
zygomorphic - இருபக்கச் சமச்சீருடைய
zygote - கருமுட்டை
zygomorphic - இருபக்கச்சமச்சீர்

பின்னிணைப்பு

அட்டவணை 1. அறிவியல் துறைகளும் சுருக்கப் பெயர்களும்

1.	Acoustics (ACOUS)	ஒலிநுட்பவியல் (ஒலி நுட்ப)
2.	Aerospace Engineering (AERO. ENG)	வான் விண்வெளிப் பொறியியல் (வான் விண். பொறி)
3.	Agriculture (AGR)	வேளாண்மையியல் (வேளாண்)
4.	Analytical Chemistry (ANALY. CHEM)	பகுப்புறி வேதியியல் (பகு. வேதி)
5.	Anatomy (ANAT)	உடற்கூற்றியல் (உடற்)
6.	Anthropology (ANTHRO)	மானிடவியல் (மானிட)
7.	Architecture (ARCH)	கட்டடக் கலை (க. கலை)
8.	Archeology (ARCHEO)	தொல்லியல் (தொல்)
9.	Astronomy (ASTRON)	வானியல் (வான்)
10.	Astrophysics (ASTROPHYS)	வான் இயற்பியல் (வான் இயற்)
11.	Atomic Physics (ATOM PHYS)	அணுஇயற்பியல் (அணு இயற்)
12.	Biochemistry (BIOCHEM)	உயிர்வேதியியல் (உயிர் வேதி)
13.	Biology (BIOL)	உயிரியல் (உயிர்)
14.	Biophysics (BIOPHYS)	உயிர்-இயற்பியல் (உயிர் இயற்)
15.	Botany (BOT)	பயிரியல் (தாவரவியல்) பயிர் (தாவ)
16.	Building Construction (BUILD)	கட்டடக் கட்டுமானம் (கட்டட)
17.	Chemistry (CHEM)	வேதியியல் (வேதி)
18.	Chemical Engineering (CHEM. ENG)	வேதிப்பொறியியல் (வேதிப் பொறி)
19.	Civil Engineering (CIVIL ENG)	பொதுப்பொறியியல் (பொதுப் பொறி)
20.	Climatology (CLIMATOL)	காலநிலையியல் (கால)
21.	Communications (COMMUN)	செய்திதொடர்பியல் (செய்தி)
22.	Computer Science (COMPUT. SCI)	கணிப்பொறி அறிவியல் (கணி. அறி)
23.	Control Systems (CONT. SYS)	கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (கட்டு)
24.	Cryogenics (CRYO)	பனி நிலையியல் (பனி)
25.	Crystallography (CRYSTAL)	படிக விளக்கவியல் (படிக)
26.	Cytology (CYTOL)	செல்லியல் (செல்)
27.	Design Engineering (DES. ENG)	வடிவமைப்புப் பொறியியல் (வடிவ. பொறி)
28.	Ecology (ECOL)	சூழ்நிலையியல் (சூழ்)
29.	Electricity (ELEC)	மின்னியல் (மின்)
30.	Electronics (ELECTR)	மின் துகளியல் (மின் துகள்)
31.	Electromagnetics (ELECTROMAG)	மின்காந்தவியல் (மின்காந்த)
32.	Embryology (EMBRYO)	கருவியல் (கரு)
33.	Engineering (ENG)	பொறியியல் (பொறி)
34.	Engineering Acoustics (ENG. ACOUS)	பொறியியல் ஒலிநுட்பம் (பொறி. ஒலி)
35.	Evolution (EVOL)	படிமலர்ச்சி (படிமலர்)
36.	Fluid Mechanics (FL. MECH)	பாய்ம இயக்கவியல் (பாய். இயக்க)
37.	Food Engineering (FOOD ENG)	உணவுப் பொறியியல் (உண. பொறி)
38.	Forestry (FOR)	கானியல் (கான்)

39. Genetics (GEN) — மரபியல் (மரபி)
40. Geochemistry (GEOCHEM) — நில வேதியியல் (நில வேதி)
41. Geodesy (GEOD) — நில வடிவ அளவியல் (நில வடிவ)
42. Geography (GEOG) — நில வரையியல் (நில வரை)
43. Geology (GEOL) — நில இயல் (நில.)
44. Geophysics (GEOPHYS) — நில இயற்பியல் (நில இயற்)
45. Graphic Arts (GRAPHICS) — வரைப்படக் கலை (வரை)
46. Histology (HISTOL) — திசுவியல் (திசு)
47. Horology (HOROL) — கால அளவுக் கருவியல் (கால. கரு)
48. Immunology (IMMUNOL) — நோய் ஏற்பமைவியல் (நோய் ஏற்)
49. Industrial Engineering (IND. ENG) — தொழிலகப் பொறியியல் (தொழி. பொறி)
50. Inorganic Chemistry (INORG. CHEM) — கனிம வேதியியல் (கனிம வேதி)
51. Invertebrate Zoology (INV. ZOO) — முதுகெலும்பிலா விலங்கியல் (முதுகிலா வில)
52. Lapidary (LAP) — அருமணியியல் (அருமணி)
53. Mapping (MAP) — நிலப்பட வரைவியல் (நிலப்பட வரை)
54. Material Science (MATER. SCI) — பொருள் அறிவியல் (பொருள் அறி)
55. Mathematics (MATH) — கணிதம் (கணி)
56. Mechanics (MECH) — இயக்கவியல் (இய)
57. Mechanical Engineering (MECH. ENG) — எந்திரப் பொறியியல் (எந்தி. பொறி)
58. Medicine (MED) — மருத்துவம் (மருத்து)
59. Metallurgy (MET) — உலோகவியல் (உலோக)
60. Meteorology (METEOROL) — வானிலையியல் (வானிலை)
61. Microbiology (MICROBIO) — நுண்ணுயிரியல் (நுண்ணுயிர்)
62. Mining Engineering (MIN. ENG) — சுரங்கப் பொறியியல் (சுர. பொறி)
63. Mineralogy (MINERAL) — கனிமவியல் (கனி)
64. Molecular Biology (MOL. BIO) — மூலக்கூற்று உயிரியல் (மூலக். உயிர்)
65. Mycology (MYCOL) — பூஞ்சையியல் (பூஞ்சை)
66. Naval Architecture (NAV. ARCH) — கப்பற் கட்டல் (கப். கட்)
67. Navigation (NAV) — கலஞ் செலுத்தல் (கலஞ் செலு)
68. Nuclear Physics (NUC. PHY) — அணுக்கரு இயற்பியல் (அணுக்கரு. இயற்)
69. Nucleonics (NUCLEO) — அணுக்கரு நுட்பவியல் (அணுக்கரு நுட்ப)
70. Oceanography (OCEANOGR) — கடலியல் (கடல்)
71. Optics (OPTICS) — ஒளியியல் (ஒளி)
72. Ordinance (ORD) — படைத்தளவியல் (படைத்)
73. Organic Chemistry (ORG. CHEM) — கரிம வேதியியல் (கரிம வேதி)
74. Paleobotany (PALEOBOT) — தொல் பயிரியல் (தொல் பயிர்)
75. Paleontology (PALEON) — தொல் படிவியல் (தொல் படிவு)
76. Particle physics (PARTIC. PHYS) — அணுத்துகள் இயற்பியல் (அணுத்துகள் இயற்)
77. Pathology (PATH) — நோய் இயல் (நோய்)
78. Petrology (PETR) — பாறையியல் (பாறை)
79. Petroleum Engineering (PETRO. ENG) — பாறை நெய்ப் பொறியியல் (பாறை நெய்ப் பொறி)
80. Pharmacology (PHARM) — மருந்தியல் (மருந்து)

81. Physics (PHYS) இயற்பியல் (இயற்)

82. Physical Chemistry (PHYS. CHEM) புறநிலை வேதியியல் (புற. வேதி)

83. Physiology (PHYSIO) உடல் இயங்கியல் (உடல் இயங்கு)

84. Plant Pathology (PL. PATH) தாவர நோய் இயல் (தாவ. நோய்)

85. Plasma Physics (PL. PHYS) மின்மநிலை இயற்பியல் (மின்ம இயற்)

86. Psychology (PSYCH) உளவியல் (உள)

87. Quantum Mechanics (QUANT. MECH) குவைய இயக்கவியல் (குவை. இயக்)

88. Relativity (RELAT) சார்பியல் (சார்பி)

89. Science and Technology (SCI. TECH) அறிவியல் தொழில்நுட்பம் (அறி. தொழில்)

90. Solid State Physics (SOLID STATE) திண்ம நிலை இயற்பியல் (திண்ம. இயற்)

91. Spectroscopy (SPECT) அலைமாலையியல் (அலை)

92. Statistics (STAT) புள்ளியியல் (புள்ளி)

93. Statistical Mechanics (STAT. MECH) புள்ளியல் இயக்கவியல் (புள்ளி. இயக்)

94. Systems Engineering (SYS. ENG) அமைப்புப் பொறியியல் (அமை. பொறி)

95. Systematics (SYST) வகைப்பாட்டியல் (வகைப்பா)

96. Textiles (TEXT) துகிலியல் (துகில்)

97. Thermodynamics (THERMO) வெப்ப இயங்கியல் (வெப்ப இயங்)

98. Vertebrate Zoology (VERT. ZOO) முதுகெலும்பி விலங்கியல் (முது. வில)

99. Veterinary Medicine (VET. MED) கால்நடை மருத்துவம் (கால்நடை மரு)

100. Virology (VIROL) நச்சுயிரியல் (நச்சுயிர்)

101. Zoology (ZOO) விலங்கியல் (விலங்கி)

அட்டவணை 2. அலகுகளில் பயன்படுத்தப்படும் பதின்மப் (தசமப்) பெருக்கங்களும் கீழ்ப்பெருக்கங்களும்

கீழ்ப்பெருக்கம்	முன்னொட்டு	குறியீடு	பெருக்கம்	முன்னொட்டு	குறியீடு
10^{-1}	டெசி	d	10^{1}	டெக்கா	da
10^{-2}	சென்டி	c	10^{2}	ஹெக்டா	h
10^{-3}	மில்லி	m	10^{3}	கிலோ	k
10^{-6}	மைக்ரோ	μ	10^{6}	மெகா	M
10^{-9}	நானோ	n	10^{9}	கிகா	G
10^{-12}	பீக்கோ	p	10^{12}	டெர்ரா	T
10^{-15}	ஃபெம்டோ	f	10^{15}	பெப்டோ	P
10^{-18}	ஆட்டோ	a	10^{18}	எக்சா	E

அட்டவணை 3. வடிவஇயல், இயக்கவியல் அலகுகள்

அளவின் பெயர்	வாய்பாடு	SI முறை	
		பருமான வாய்பாடு	அலகு
நீளம்	l	L	m
பொருண்மை	$m=\frac{f}{a}$	M	kg
நேரம்	t	T	s
பரப்பு	$A=l^2$	L^2	m^2
பருமன்	$V=l^3$	L^3	m^3
கோணம்	$\varphi=\frac{l}{r}$	1	rad
திண்மக் கோணம்	$\Omega=A/r^2$	1	sr
வளைவு	$\rho=1/r$	L^{-1}	m^{-1}
காசியன் வளைவு	$K=1/r^2$	L^{-2}	m^{-2}
தளவடிவங்களின் நிலையியல் திருப்புமை	$S_z=\int_A r\,dA$	L^3	m^3.
தளவடிவங்களின் அச்சு, துருவத் திருப்புமைகள்	$I_z=\int_A r^2 dA$	L^4	m^4
விரைவு	$v=l/t$	LT^{-1}	m/s
முடுக்கம்	$a=v_2-v_1/t$	LT^{-2}	m/s^2
கோண விரைவு	$\omega=\varphi/t$	T^{-1}	s^{-1}
கோண முடுக்கம்	$\alpha=\omega_2-\omega_1/t$	T^{-2}	s^{-2}
காலம்	$T=2\pi/\omega$	T	s
அலைவெண்	$\nu=1/T$	T^{-1}	Hz
விரைவுச்சரிமானம்	சரிமா $v=dv/dl$	T^{-1}	s^{-1}
பருமனளவு பாய்வு வீதம்	$Q_v=dV/dt$	L^3T^{-1}	m^3/s
பருமனளவு பாய்வு வீதம்	$q_V=Q_v/A$	LT^{-1}	m/s
அடர்த்தி	$\rho=m/V$	$L^{-3}M$	kg/m^3
விசை	$f=ma$	LMT^{-2}	N
விசையின் திருப்புமை	$M=fl$	L^2MT^{-2}	n·m
கணத்தாக்கு	ft	LMT^{-1}	N·s
உந்தம்	mv	LMT^{-1}	kg·m/s
வேலை, ஆற்றல்	$W=fl\cos(\widehat{f,l})$	L^2MT^{-2}	J
ஆற்றல் அடர்த்தி	$e=E/V$	$L^{-1}MT^{-2}$	J/m^3
திறன்	$P=W/t$	L^2MT^{-3}	W
விசைத் திருப்புமை கணத்தாக்கு	Mt	L^2MT^{-1}	N·s·m
உந்தத் திருப்புமை (கோண உந்தம்)	$\mathscr{L}=mvr=I\omega$	L^2MT^{-1}	$kg\cdot m^2/s$
அழுத்தம்	$p=f/A$	$L^{-1}MT^{-2}$	N/m^2
அழுத்தச்சரிமானம்	சரிமா $p=dp/dl$	$L^{-2}MT^{-2}$	N/m^3
பொருள்களின் உறழ்வுத் திருப்புமை	$I=\int_V r^2 dm$	L^2M	$kg\cdot m^2$
மீட்சிக்கெழு, துணிப்பு	$E=fl/A\Delta l$	$L^{-1}MT^{-2}$	N/m^2
பருமன் அமுக்கக்கெழு	$k=-1\,dV/Vdp$	$LM^{-1}T^2$	m^2/N
பிசுபிசுப்புமை	$\eta=-\frac{f}{A\frac{dv}{dl}}$	$L^{-1}MT^{-1}$	$N\cdot s/m^2$

அட்டவணை 4. மின், காந்த அலகுகள்

அளவின் பெயர்	SI முறை		பருமான வாய்பாடு	அலகும் குறியீடும்
	குறியீடு	உறவுமுறை		
மின் அளவு	Q	$Q=It$	TI	கூலும்ப் (C)
மின்புலச் செறிவு	E	$E=\frac{f}{Q}$	$LMT^{-3}I^{-1}$	வோல்ட்/ மீட்டர்
மின் இடப்பெயர்ச்சி	D	$D=\varepsilon_0\varepsilon_r E$	$L^{-2}TI$	கூலும்ப்/ சதுரமீட்டர்
மின் பெருக்கு	N_D	$N_D=DA$	TI	கூலும்ப்(C)
மின் அழுத்தம்	U	$U=\frac{E_p}{Q}$	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	வோல்ட்
இருமுனைத் திருப்புமை	$\vec{P}$	$\vec{P}=Ql$	LTI	கூலும்ப்-மீட்டர்
மின்னூட்டப் பரப்பு அடர்த்தி	σ	$\sigma=\frac{Q}{A}$	$L^{-2}TI$	கூலும்ப்/ சதுரமீட்டர்
மின்னூட்டப் பருமன் அடர்த்தி	ρ	$\rho=\frac{Q}{V}$	$L^{-3}TI$	கூலும்ப்/ பருமீட்டர்
மின்கொண்மம்	C	$C=\frac{Q}{U}$	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	பாரடு
மின்காப்பு முனைவாக்கம்	$\vec{p}$	$\vec{p}=\frac{p}{V}$	$L^{-2}TI$	கூலும்ப்/ சதுரமீட்டர்
தனிநிலை இசைமை	ε	$\varepsilon=\varepsilon_0\varepsilon_r$	$L^{-3}M^{-1}T^4I^2$	பாரடு/ மீட்டர்
மின்காப்பு ஏற்புத்திறன்	χ_e	$\chi_e=\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)$	$L^{-3}M^{-1}T^4I^2$	பாரடு/ மீட்டர்
மின்செறிவு	I	$I=\sqrt{\frac{2\pi rf}{\mu_0\mu_r l}}$	I	ஆம்பியர்
மின்அடர்த்தி	J	$J=\frac{I}{A}$	$L^{-2}I$	ஆம்பியர்/ சதுரமீட்டர்
தடை	R	$R=\frac{U}{I}$	$L^2MT^{-3}I^{-2}$	ஓம்
மின்கடத்தம்	G	$G=\frac{1}{R}$	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	சீமென்ஸ்(S)
காந்தத் தூண்டம்	B	$B=\frac{f}{Il}$	$MT^{-2}I^{-1}$	டெஸ்லா(T)
காந்தப் பெருக்கு	Φ	$\Phi=BA$	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	வெபர்(Wb)
காந்தப் புலச் செறிவு	H	$H=\frac{B}{\mu_0\mu_r}$	$L^{-1}I$	ஆம்பியர்/ மீட்டர்
காந்தத் திருப்புமை	$\vec{p}_m$	$\vec{p}_m=\frac{M}{B}=IA$	L^2I	ஆம்பியர்/ சதுரமீட்டர்
காந்த இயக்குவிசை	F	$F=\Sigma I$	I	ஆம்பியர் சுற்று(AT)
தூண்டல், பிறிதின்	(M)	$L=\frac{\Psi}{I}=-\frac{\mathcal{E}_i}{dI/dt}$	$L^2MT^{-2}I^{-2}$	ஹென்றி(M)
தூண்டல், தன்	L			ஹென்றி(H)
காந்த ஏற்றம்	J	$J=\frac{\vec{p}_m}{V}$	$L^{-1}I$	ஆம்பியர்/ மீட்டர்
தனிநிலைப் புரைமை	μ	$\mu=\mu_0\mu_r$	$LMT^{-2}I^{-2}$	ஹென்றி/ மீட்டர்
காந்த ஏற்புத்திறன்	χ_m	$\chi_m=\mu_r-1$	1	-

அட்டவணை 5. அலகுகளின் குறியீடுகள்

அலகு	குறியீடு	அலகு	குறியீடு	அலகு	குறியீடு
அணுப்பொருண்மை அலகு	amu	டிபை	D	மைல்	mile மைல்
அப்போஸ்டில்பு	asb	டெசிபெல்	dB	மாக்ஸ்வெல்	Mx
ஆக்ட்டேவ்	oct	டெஸ்லா	T	மி. மீ (நீர்)	mm
ஆங்ஸ்ட்டிராம்	A	டைன்	dyn	மி. மீ (பாதரசம்)	mm
ஆம்பியர்	Å	டையாப்டர்	D	மீட்டர்	m
ஆயர்ஸ்டெடு	Oe	நாட்	kn	மைக்ரான்	μ
எக்ஸ் அலகு	XU	நாள்	p	மோல்	mol
எர்கு	erg	நிட்	nt	ராண்ட்ஜன்	r
எலக்ட்ரான்-வோல்ட்	eV	நிமிடம்	min	ரிடுபெர்டு	R_y
ஏர்	a	நிமிடம், கோண	min	ருதர்போர்டு	Rd
ஐன்ஸ்டின்	E	நியூட்டன்	N	ரேடியன்	rad
ஓம்	Ω	நெப்பர்	n	ரேடு	rad
கலோரி	cal	நொடி	s	லக்ஸ்	lx
காமா	γ	நொடி, கோணம்	s	லிட்டர்	l
காஸ்	Gs	பர்கை	°K	லூமன்	lm
கியூரி	c	பாய்ஸ்	P	லேம்பெர்ட்	L
கிராம்	g	பார்	bar	வளிமண்டலம்	atm
கில்பெர்ட்டு	Gb	ஃபோன்	P	வளிமண்டலம்	
கிலோகிராம்	kg	பார்செக்	pc	(தொழில்நுட்பம்)	at
குதிரை திறன்	hp	பார்ன்	b	வாட்	W
குவின்ட்டால்	q			வெபர்	wb
கூலும்பு	C	ஃபாரடு	F	வோல்ட்	V
கேன்டெலா	cd	பிட்	bit பிட்	ஜூல்	J
கேல்	G	ஃபெர்மி	f	ஸ்டிரேடியன்	sr
சாவார்ட்	Sav	பெல்	B	ஸ்டில்பு	Sb
சிமென்ஸ்	S	ஃபோட்	ph	ஸ்தீன்	sn
சென்ட்	c	போர் மேக்னெட்டான்	μ_B	ஸ்டோக்ஸ்	St
சென்டிமீட்டர்	cm	போன்	P	ஹெர்ட்ஸ்	Hz
டன்	ton	மணி	h	ஹென்றி	H
டார்	torr				

அட்டவணை 6. இயற்பியல் அளவுகளின் குறியீடுகள்

அளவின் பெயர்	குறியீடு	அளவின் பெயர்	குறியீடு
அக ஆற்றல்	U	எதிர்பலிப்புக் கூறு	ρ
அடர்த்தி	ρ	எலக்ட்ரான் பொருண்மை	m_e
அடர்வு	n	எலக்ட்ரான் மின்னூட்டம்	e
அலை எண்	$\bar{\nu}$, σ	ஒப்பு இசைமை	ε_r
அலைவு நேரம்	T, τ	ஒப்பு எடை	γ
அலைவெண்	ν, f	ஒப்புப் புரைமை	μ_r
அவோகட்ரோ எண்	N_A	ஒப்பு மூலக்கூற்றுப் பொருண்மை (மூலக்கூற்று எடை)	M
அழுத்தம்	p	ஒலி அழுத்த மட்டம்	L_p
ஆரம்	r	ஒலிச் செறிவு	I
ஆற்றல்	E, W	ஒலித் தடை	R_a
ஆற்றல் அடர்த்தி	e	ஒளி அளவு	Q
ஆற்றல் பருமன் அடர்த்தி	u	ஒளி உமிழ்வு	R
இசை இடைவெளி (பண் இடைவெளி)	I_m	ஒளிச் செறிவு	I
இடப்பெயர்ச்சி	D	ஒளிப் பெருக்கு	Φ
இயக்கத்தடை	R_m	ஒளியலை நீளம்	λ
இயக்கப்பாட்டு ஆற்றல்	E_k	ஒளியூட்டல்	E
இயக்க வடிவப் பிசுப்புமை	ν	ஒளியூட்டல் அளவு	H
இயங்கு திறன்	b	ஒளிர்வம்	L
இயங்கு நிலை பிசுப்புமை	η	ஒளி விரைவு	c
இயல் அக ஆற்றல் (என்ட்ரோபி)	S	ஒளி விலகல் எண்	n
இருமுனைத் திருப்புமை	$\vec{p}$	ஓசை மட்டம்	L_N
ஈர்ப்பு மாறிலி	G	கட்டிலா ஆற்றல்	F
உந்தத் திருப்புமை (கோண உந்தம்)	$\mathcal{L}$	கடத்தம்	G
உந்தம்	$\bar{p}$ (mv)	கணத்தாக்கு	p
உராய்வுக் கெழு	C_{fr}, f	கதிர் வீச்சு அளவு	D
உறழ்வுத் திருப்புமை (அச்சுவழி)	J_z	கதிர் வீச்சுப் பெருக்கு	Φ_r
உறழ்வுத் திருப்புமை (இயங்கு நிலை)	I	கதிரியக்க மூலச் செயல்பாடு	A
உறழ்வுத் திருப்புமை (துருவ)	I_0	காசின் வளைவு	K
எடை	G	காந்த இயக்கு விசை	F
எண்	n, N	காந்த எதிர்ப்பு	R_m
		காந்த ஏற்புத் திறன்	χ_m
		காந்த ஏற்றம்	J
		காந்தத் திருப்புமை	$\vec{p}_m$
		காந்தத் தூண்டல்	B

அளவின்பெயர்	குறியீடு	அளவின்பெயர்	குறியீடு
காந்தப் புலச் செறிவு	H	பொருண்மை	m
காந்தப் பெருக்கு	Φ	பொருண்மைப் பாய்வு	Q_m
காந்த மாறிலி		போல்ட்ஸ்மேன்	k
காந்தப் புரைமை	μ_0	மறிப்பு	Z
காலம்	t, τ	மின் அழுத்தம்	V
கொண்மம்	C	மின் இயக்குவிசை	$\mathcal{E}$
கோட்டு மின் ஊட்ட அடர்த்தி	τ	மின் ஊட்டம்	Q
கோண அலைவெண்	ω	மின்காப்பு ஏற்புத்திறன்	χ_e
கோணம்	$\alpha, \varphi, \psi, \theta$	மின் தடை	R
கோண முடுக்கம்	α	மின்காப்பு மாறிலி	
கோண விரைவு	ω	(ஒப்பு மின்இசைமை)	ε_r
சார்பு ஒளிர்திறமை	V	மின்காப்பு முனைவாக்கம்	$\vec{p}$
செயல்பாடு	S, H	மின்புலச் செறிவு	E
தடைத் திறன்	ρ	மின் பெருக்கு	N_D
தற்சுழற்சி எண்	s	மின் மாறிலி (வெற்றிட மின்இசைமை)	ε_0
தனிநிலை ஒளிர்திறமை	η	மின்னிலை வேறுபாடு	U
திண்மக் கோணம்	Ω	மின்னோட்ட அடர்த்தி	J
திறமை	η	மின்னோட்டச் செறிவு	I
திறன்	P	மீட்சிக் கெழு (யங் கெழு)	E
துணிப்புக் கெழு	G	மீள் சேர்கைக் கெழு	A
தூண்டம்	L	முடுக்கம்	a
நிலை ஆற்றல்	E_p	மூலக் கூற்று	
நிலை மாற்ற வெப்பம்		முனைவாக்கம்	α
(உருகு நிலை, ஆவியாதல் போன்றன)	H, r	வளிம மாறிலி	R
நிலையியல் திருப்புமை	S	வளைவு	ρ
நீளம்	l	விசை	F, P, Q, R
பரப்பு	A	விசைத் திருப்புமை	M
பரப்பு இழு விசை	σ	விட்டம்	D, d
பரப்பு மின்ஊட்ட அடர்த்தி	σ	விடுபட்ட பாதை நீளம்	l
பருமப் பாய்வு வீதம்	Q_V	விரைவு	v
பருமன்	V	வில்லைத் திறன்	D
பருமன் மின்ஊட்ட அடர்த்தி	ρ	வீச்சு	A
பாய்மை (பாய் திறன்)	φ	வெப்ப அளவு	Q
பாயின்ட்டிங் திசை எண	S	வெப்ப எண்	c
ஃபாரடே மாறிலி	F	வெப்பநிலை	t°, θ
பிஎச் எண்	pH	வெப்பப் பரிமாற்றக் கெழு	α
பிளாங்க் மாறிலி	h	வெப்பப் பாய்வு	Φ
பிறிதின் தூண்டம்	M	வெப்ப விரவு திறன்	a
பெருக்குப் பிணைப்பு	Ψ	வேலை	W

அட்டவணை 7. தனிமங்களின் அணு எடைப் பட்டியல் (1973)

($C^{12} = 12$ ஐ அடிப்படையாகக் கொண்டது)

பெயர்	குறியீடு	அணு எண்	அணு எடை
அமெரிசியம்	Am	95	(243)
அயோடின்	I	53	126. 9045 அ
அலுமினியம்	Al	13	26.68154 அ
அஸ்டட்டின்	At	85	(210)
ஆக்சிஜன் (உயிரகம்)	O	8	15.9994 ஆ,இ,ச
ஆக்டீனியம்	Ac	89	(227)
ஆர்கான்	Ar	18	39.948 ஆ,இ,ச
ஆர்செனிக்	As	33	74.9216 அ
ஆன்டிமனி	Sb	51	121.75*
ஆஸ்மியம்	Os	76	190.2
இட்டர்பியம்	Yb	70	173.04*
இட்ரியம்	Y	39	88.9059 அ
இண்டியம்	In	49	114.82
இரிடியம்	Ir	77	192.22*
இரும்பு	Fe	26	55.847
ஈயம்	Pb	82	207.2 ச
எர்பியம்	Er	68	167.26*
ஐன்ஸ்டீனியம்	Es	99	(254)
கடோலினியம்	Gd	64	157.25*
கந்தகம்	S	16	32.06ச
கலிஃபோர்னியம்	Cf	98	(251)
கார்பன் (கரியகம்)	C	6	12.011 ஆ,ச
கால்சியம்	Ca	20	40.08
காலியம்	Ga	31	69.72
கியூரியம்	Cm	96	(247)
கிரிப்ட்டான்	Kr	36	83.80
குரோமியம்	Cr	24	51.996 இ
குளோரின் (பாசிகம்)	Cl	17	35.453 இ
காட்மியம்	Cd	48	112.41
கோபால்ட்	Co	27	58.9332 அ
சமேரியம்	Sm	62	150.4
சிர்க்கோனியம்	Zr	40	91.22
சிலிக்கான்	Si	14	28.0855* ச
சீசியம்	Cs	55	132.9054 அ
சீரியம்	Ce	58	140.12* இ,ச
செம்பு	Cu	29	63.546
செலினியம்	Se	34	78.96*
செனான்	Xe	54	131.30*
சோடியம்	Na	11	22.9877 அ

பெயர்	குறியீடு	அணு எண்	அணு எடை
டங்ஸ்ட்டன்	W	74	183.85*
டான்ட்டலம்	Ta	73	180.9479*ஆ
டிஸ்புரோசியம்	Dy	66	162.50*
டெக்னீசியம்	Tc	43	(97)
டெர்பியம்	Tb	65	158.9254அ
டெல்லூரியம்	Te	52	127.60*
டைட்டேனியம்	Ti	22	47.090*
தங்கம்	Au	79	196.9665அ
தாலியம்	Tl	81	204.37*
துத்தநாகம்	Zn	30	65.38
தூலியம்	Tm	69	168.9342அ
தோரியம்	Th	90	232.0381
நிக்கல்	Ni	28	58.70
நியான்	Ne	10	20.179*இ
நியோடைமியம	Nd	60	144.24*
நியோபியம்	Nb	41	92.9064அ
நெப்ட்டூனியம்	Np	93	237.0482
நைட்ரஜன் காலதம்)	N	7	14.0067ஆ,இ
நொபீலியம்	No	102	(255)
பல்லேடியம்	Pd	46	106.4
பாதரசம் (இதள்)	Hg	80	200.59*
பாஸ்பரம் (அவிர்வம்)	P	15	30.97376அ
பிரசியோடைமியம்	Pr	59	140.9077அ
பிளாட்டினம்	Pt	78	195.09*
பிஸ்மத்	Bi	83	208.9804அ
ஃபிரான்சியம்	Fr	87	(223)
புரோட்டாக்ட்டீனியம்	Pa	91	231.0359
புரோமின்	Br	35	79.904இ
புரோமீத்தியம்	Pm	61	(145)
புளுட்டோனியம்	Pu	94	(244)
ஃபுளூரின்	F	9	18.998403அ
பெர்க்கீலியம்	Bk	97	(247)
ஃபெர்மியம்	Fm	100	(257)
பெரில்லியம்	Be	4	9.01218அ
பேரியம்	Ba	56	137.33
பொட்டாசியம்	K	19	39.0983*
பொலோனியம்	Po	84	(209)

பெயர்	குறியீடு	அணு எண்	அணு எடை
போரான்	B	5	10.81[இ,ஈ]
மகனீசியம்	Mg	12	24.305[இ]
மாங்கனீஸ்	Mn	25	54.9380[அ]
மாலிப்டினம்	Mo	42	95.94
மெந்தலீவியம்	Md	101	(258)
யுரேனியம்	U	92	238.029[ஆ,இ]
யூரோப்பியம்	Eu	63	151.96
ரீனியம்	Re	75	186.207[இ]
ரேடான்	Rn	86	(222)
ரேடியம்	Ra	88	226.0254
ருத்தேனியம்	Ru	44	101.07*
ருபிடியம்	Rb	37	85.4678*[இ]
ரோடியம்	Rh	45	102.9055[அ]
லாந்தனம்	La	57	138.9055*[ஆ]
லாரென்சியம்	Lr	103	(260)
லித்தியம்	Li	3	6.941*[இ,ஈ]
லுட்டீசியம்	Lu	71	174.967*
வனேடியம்	V	23	50.9415[ஆ,இ]
வெள்ளி	Ag	47	107.868[இ]
வெள்ளீயம்	Sn	50	118.69*
ஜெர்மேனியம்	Ge	32	72.58*
ஸ்காண்டியம்	Sc	21	44.9559[அ]
ஸ்ட்ரான்சியம்	Sr	38	87.62
ஹாஃப்னியம்	Hf	72	178.49*
ஹீலியம் (எல்லியம்)	He	2	4.00260[ஆ,இ]
ஹைடிரஜன (நீரகம்)	H	1	1.0079[ஆ,ஈ]
ஹோல்மியம்	Ho	67	164.9304[அ]

* = நிலக்கோளத்தில் கிடைக்கும் தனிமங்களின் அணு எடைகளில் இக்குறியீட்டைக் கொண்டவற்றின் இறுதி இலக்கங்களில் (last digit) ± 3 வரை இருக்கலாம்.

அ = ஒரே ஒரு நிலைத்த அணுக்கருவைக் கொண்டவை.

ஆ = ஒரே ஓரிடத்தனிமம் (isotope) மிகுந்த தனிமம் (99 - 100 % வரை).

இ = அளவு குறிக்கப்பட்ட கருவிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அணு எடை கண்டறியப்பட்டதனிமம்.

ஈ = நிலக் கோளத்தில் கிடைக்கும் தனிமங்களில் மிகவும் வேறுபாடுள்ள ஓரிடத்தனிமங்களின் அணு எடை தோராயமானதே.

அட்டவணை 8. தனிம வரிசைப் பட்டியல்

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	O
1 **H** 1.0079																1 **H** 1.0079	2 **He** 4.00260
3 **Li** 6.941	4 **Be** 9.01218											5 **B** 10.81	6 **C** 12.011	7 **N** 14.0067	8 **O** 15.9994	9 **F** 18.998403	10 **Ne** 20.179
11 **Na** 22.98977	12 **Mg** 24.305											13 **Al** 26.98154	14 **Si** 28.0855	15 **P** 30.97376	16 **S** 32.06	17 **Cl** 35.453	18 **Ar** 39.948
19 **K** 39.0983	20 **Ca** 40.08	21 **Sc** 44.9559	22 **Ti** 47.90	23 **V** 50.9415	24 **Cr** 51.996	25 **Mn** 54.9380	26 **Fe** 55.847	27 **Co** 58.9332	28 **Ni** 58.70	29 **Cu** 63.546	30 **Zn** 65.38	31 **Ga** 69.72	32 **Ge** 72.59	33 **As** 74.9216	34 **Se** 78.96	35 **Br** 79.904	36 **Kr** 83.80
37 **Rb** 85.4678	38 **Sr** 87.62	39 **Y** 88.9059	40 **Zr** 91.22	41 **Nb** 92.9064	42 **Mo** 95.94	43 **Tc** (98)	44 **Ru** 101.07	45 **Rh** 102.9055	46 **Pd** 106.4	47 **Ag** 107.868	48 **Cd** 112.41	49 **In** 114.82	50 **Sn** 118.69	51 **Sb** 121.75	52 **Te** 127.60	53 **I** 126.9045	54 **Xe** 131.30
55 **Cs** 132.9054	56 **Ba** 137.33	57 ***La** 138.9055	72 **Hf** 178.49	73 **Ta** 180.9479	74 **W** 183.85	75 **Re** 186.207	76 **Os** 190.2	77 **Ir** 192.22	78 **Pt** 195.09	79 **Au** 196.9665	80 **Hg** 200.59	81 **Tl** 204.37	82 **Pb** 207.2	83 **Bi** 208.9804	84 **Po** (209)	85 **At** (210)	86 **Rn** (222)
87 **Fr** (223)	88 **Ra** 226.0254	89 •**Ac** 227.0278	104 § (261)	105 § (262)	106 § (263)												

* லாந்தனைடு தொகுதி	58 **Ce** 140.12	59 **Pr** 140.9077	60 **Nd** 144.24	61 **Pm** (145)	62 **Sm** 150.4	63 **Eu** 151.96	64 **Gd** 157.25	65 **Tb** 158.9254	66 **Dy** 162.50	67 **Ho** 164.9304	68 **Er** 167.26	69 **Tm** 168.9342	70 **Yb** 173.04	71 **Lu** 174.967
• ஆக்டினைடு தொகுதி	90 **Th** 232.0381	91 **Pa** 231.0359	92 **U** 238.029	93 **Np** 237.0482	94 **Pu** (244)	95 **Am** (243)	96 **Cm** (247)	97 **Bk** (247)	98 **Cf** (251)	99 **Es** (252)	100 **Fm** (257)	101 **Md** (258)	102 **No** (259)	103 **Lr** (260)

அட்டவணை 9. கிரேக்க நெடுங்கணக்கு

பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்	பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்	பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்	பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்
A α	ஆல்ஃபா	H η	ஈட்டா	N ν	நியூ	T τ	டவ்
B β	பீ°ட்டா	Θ θ	தீட்டா	Ξ ξ	ஃக்சை	Y υ	அப்சிலான்
Γ γ	கா°மா	I ι	அயோட்டா	O o	ஓமிக்ரான்	Φ φ	ஃபை
Δ δ	டெ°ல்ட்டா	K κ	கப்பா	π π	பை	X χ	கை
E ε	எப்சிலான்	Λ λ	லாம்டா°	P ρ	றோ	Ψ ψ	ப்சை
Z ζ	ழ்சீட்டா	M μ	மியூ	Σ σ	சிக்°மா	Ω ω	ஓமேகா°

பீ° — Bee கா° — Gaa டெ° — De

டா° — Daa ஃக்சை — xi க்° — g

அட்டவணை 10. ஆங்கில நெடுங்கணக்கு

பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்	பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்	பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்	பெரிய சிறிய எழுத்துகள்	பெயர்
A a	ஏ	H h	ஃஎச்	O o	ஓ	U u	யூ
B b	பீ°	I i	ஐ	P p	பி	V t	வி
C c	சி	J j	செ°	Q q	க்யு	W w	ட°புஃள்யூ
D d	டி°	K k	கே	R r	ஆர்	X x	எக்ஃச்
E e	இ	L l	எல்	S s	எஃச்	Y y	ஒய்
F f	எஃப்	M m	எம்	T v	டி	Z z	ழ்சட்
G g	சி°(ஜி)	N n	என்				

பி° — Be சி° — (ஜி) செ° — (ஜெ) ஃச் — ஸ்

டி° — De ஃஎ — (ஹெ) ட° — Da பு° — Bu

அட்டவணை 11. அடிப்படை மாறிலிகள்

அளவின் பெயர்	குறியீடு	மதிப்பு	S I அலகு
ஒளி விரைவு (வெற்றிடம்)	c	299792458	ms^{-1}
புரைமை (வெற்றிடம்)	μ_o	4π = 12.56637061	10^{-7} H.m^{-1}
இசைமை (வெற்றிடம்)	ϵ_o	8.854187818	10^{-12} F.m^{-1}
நுண்கட்டமைப்பு மாறிலி	α	7.2973506	10^{-3}
அடிப்படை மின்ஏற்றம்	e	1.6021892	10^{-19}C
பிளாங்க் மாறிலி	h	6.626176	10^{-34} J.s
அவோகாட்ரோ மாாறிலி	N_A	6.022045	10^{23} mol^{-1}
அணுப்பொருண்மை அலகு	u	1.6605655	10^{-27} kg
எலெக்ட்ரான் பொருண்மை	m_e	9.109534	10^{-31} kg
புரோட்டான் பொருண்மை	m_p	1.6726485	10^{-27} kg
புரோட்டான் எலெக்ட்ரான் பொருண்மை விகிதம்	m_p/m_e	1836.15152	
நியூட்ரான் பொருண்மை	m_n	1.6749543	10^{-27} kg
எலெக்ட்ரான் மின்ஏற்ற, பொருண்மை வீதம்	e/m_e	1.7588047	10^{11} C.kg^{-1}
காந்தப் பெருக்கு வையம்	ϕ_o	2.0678506	10^{-15} wb
ஃபாரடே மாறிலி	F	9.648456	10^{4} C.mol^{-1}
ரிட்பெர்கு மாறிலி	$R\alpha$	1.097373177	10^{7} m^{-1}
போர் ஆரம்	q_o	5.2917706	10^{-11} m
எலெக்ட்ரான் ஆரம் (செந்நிலை மரபு)	$r_e = a\lambda^c$	2.8179380	10^{-15} m
தாம்சன் வெட்டுமுகம்	σ_e	0.6652448	10^{-28} m^2
எலெக்ட்ரான் காந்தத் திருப்புமை (போர் மாக்னட்டான்)	$g_e/^2 = \mu_e/\mu_b$	1.0011596567	
போர் மாக்னட்டான்	μ_b	9.274078	10^{-24} J.T^{-1}
எலெக்ட்ரான் காந்தத் திருப்புமை	μ_e	9.284832	10^{-24} J.T^{-1}
நீரில் கொட்புக் காந்தப் புரோட்டான் களின் விகிதம்	v_e	2.6751301	10^{8} s^{-1} T^{-1}
நீரில் புரோட்டான்களின் காந்தத் திரும்புமை (போர் மாக்னட்டான்)	μ_e/μ_b	1.52099322	10^{-3}
எலெக்ட்ரான் புரோட்டான் காந்தத் திருப்புமைகளின் விகிதம்	μ_e/μ_p	658.2106880	

அளவின் பெயர்	குறியீடு	மதிப்பு	அலகு
புரோட்டான் காந்தத் திருப்புமை	μ_p	1.4106171	10^{-26} J.T^{-1}
நீரில் புரோட்டான்களின் காந்தத் திருப்புமை (அணுக்கரு மாக்ன்ட்டான்)	μ_p/μ_N	2.7927740	
அணுக்கரு மாக்னட்டான்	μ_N	5.050824	10^{-27} J.T^{-1}
மியூவான் புரோட்டான் காந்தத் திருப்புமைகளின் விகிதம்	μ_μ/μ_p	3.1833402	
மியூவான் காந்தத் திருப்புமை	μ_u	4.490474	10^{-26} J.T^{-i}
மியூவான் எலெக்ட்ரான் பொருண்மை விகிதம்	m_u/m_e	206.76865	
மியூவான் பொருண்மை	m_μ	1 883566	10^{-28} kg
காம்ப்ட்டன் எலெக்ட்ரான் அலைநீளம்	λc	2.4263089	10^{-12} m
காம்ப்ட்டன் புரோட்டான் அலைநீளம்	$\lambda_{c,p}$	1.3214099	10^{-15} m
காம்ட்டன் நியூட்ரான் அலைநீளம்	$\lambda_{c,n}$	1.3195909	10^{-15} m
இயல்பு வளிம மோலார் பருமன் (நி.வெ.அ)	V_m	22.41383	10^{-3}m^3. mol^{-1}
மோலார் வளிம மாறிலி	R	8.31441	J.mol^{-1}. k^{-1}
போல்ட்ஸ்மென் மாறிலி	k	1 380662	10^{-23} J.k^{-1}
ஸ்டீஃபன் போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி	σ	5.67032	10^{-8} w m^{-2}.k^{-4}
முதல் கதிர்வீச்சு மாறிலி	c_1	3.741832	10^{-16} w.m^2
இரண்டாம் கதிர்வீச்சு மாறிலி	c_2	1.438786	10^{-2} m.k
புவிஈர்ப்பு மாறிலி	G	6.6720	10^{-11}m^{3}s^{-2}kg^{-}

அட்டவணை 12. விலங்கினப் பெரும் பிரிவு (Animgl kingdom)

பெரும்பிரிவு Kingdom	உட்பெரும்பிரிவு Subkingdom	கிளை Branch	படிநிலை Grade	பிரிவு Division	உட்பிரிவு Subdivision	தொகுதி Phylum	
						முன்னுயிரிகள்	— Protozoa
	முன்னுயிரிகள் Protozoa					இடையுயிரிகள்	— Mesozoa
விலங்குகள் Animals		இடையுயிரிகள் Mesozoa				இணையுயிரிகள்	— Parazoa
					உடற்குழியற்றவை (Acodomata)	குழியுடலிகள்	— Coelenterata
	பின்னுயிரிகள் Metazoa	இணையுயிரிகள் Parazoa				டினோஃபோரா	— Ctenophora Rhynchocoda
		பின் தோன்றியுயிரிகள் Eumetazoa	ஆரையுடலிகள் Radiata			முன்தலைப்புழுக்கள்	— Acanthocephala
				நுனிவாயுடையவை Protostomia		சக்கர உயிரிகள்	— Rotifera
						பிரையபுலிடா	— Priapulida
						உருளைப்புழுக்கள்	— Nematoda Aschelminthes
			இருமருங்குடலிகள் Bilateria		போலியுடற்குழியுள்ளவை Pseudocoelomata	ஃபேரரோனிடா	— Phoronida
						ஒட்டியுயிரிகள்	— Bryozoa
						கைக்காலிகள்	— Brachiopoda
						சைபன்குலிடா	— Sipunculida
						மெல்லுடலிகள்	— Mollusca
						எக்கையுரிடா	— Echiurida
						வளைத்தசைப்புழுக்கள்	— Annelida
						ஒனைக்கோஃபோரா	— Onychophora
					உண்மையுடற்குழியுள்ளவை Eucoelomata	கணுக்காலிகள்	— Arthropoda
						முள்தோலிகள்	— Echinodermata
						சுணைத்தாடையுடையவை	— Chaetognatha
				நுனியோரவாயுடையவை Dauterostomia		அரைநாணுள்ளவை or முன்முதுலகு நாணுள்ளவை	— Hemichordata or Protochordata
						முதுகெலும்பிகள்	— Vertebrata

அட்டவணை 13. விலங்கின வகைப்பாடு

தொகுதி முன்னுயிரி	**Phylum Protozoa**
உள்தொகுதி கசைநீள்இழையுயிரி	Subphylum Sarcomastigophora
உயர்வகுப்பு நீள்இழையுயிரி	Superclass Mastigophora
வகுப்பு தாவர நீள்இழையுயிரி	Class Phytamastigophorea
வரிசை கிரைசோமோனாடிடா	Order Chrysomonadida
வரிசை சிலிகோஃப்ளஜெல்லிடா	Order Silicoflagellida
வரிசை காக்கோலித்தோஃபோரிடா	Order Coccolithophorida
வரிசை ஹெட்டிரோக்குளோரிடா	Order Heterochlorida
வரிசை கிரிப்ட்டோமோனாடிடா	Order Cryptomonadida
வரிசை இரு நீள்இழையுயிரி	Order Dinoflagellida
வரிசை எபிரீடா	Order Ebriida.
வரிசை யூகிளினிடா	Order Euglenida
வரிசை குளோரோமோனாடிடா	Order Chloromonadida
வரிசை வால்வாசிடா	Order Volvocida
வகுப்பு விலங்கு நீள்இழையுயிரி	Class Zoomastigophorea
வரிசை கோயனோஃப்ளஜெல்லிடா	Order Choanoflagellida
வரிசை பைக்கோசிசிடா	Order Bicocoecida
வரிசை ரைசோமேஸ்ட்டிகிடா	Order Rhizomastigida
வரிசை கைனெட்டோப்பிளாஸ்ட்டிடா	Order Kinetoplastida
வரிசை ரிடார்ட்டோமோனாடிடா	Order Retortomonadida
வரிசை டிப்ளோமோனாடிடா	Order Diplomonadida
வரிசை ஆக்சிமோனாடிடா	Order Oxymonadida
வரிசை டிரைக்கோமோனாடிடா	Ordes Trichomonadida
வரிசை ஹைப்பர்மேஸ்ட்டிகிடா	Order Hypermastigida
உயர்வகுப்பு சார்க்கோடைனா	Super class Sarcodina
வகுப்பு ரைசோப்போடியா	Class Rhizopodea
உள்வகுப்பு லோபோசியா	Subclass Lobosia
வரிசை அமீபிடா	Order Amoebida
வரிசை ஆர்செல்லினிடா	Order Arcellinida
உள்வகுப்பு ஃபைலோசியா	Subclass Filosia
வரிசை அக்கான்குலினிடா	Order Aconchulinida
வரிசை குரோமீடா	Order Gromiida
உள்வகுப்பு கிரேனுலோ ரெட்டிகுலோசியா	Subclass Granuloreticulosia
வரிசை அத்தலாமிடா	Order Athalamida
வரிசை துளையுயிரி	Order Foraminiferida
வரிசை செனோஃபையோஃபோரிடா	Order Xenophyophorida

உள்வகுப்பு மைசெட்டோசோயியா	Subclass Mycetozoia
வரிசை அக்ரேசிடா	Order Acrasida
வரிசை இயூமைசெட்டோசோயிடா	Order Eumycetozoida
வரிசை பிளாஸ்மோடையோஃபோரிடா	Order Plasmodiophorida
உள்வகுப்பு லேபிரிந்த்துலியா	Subclass Labyrinthulia
வகுப்பு பைரோப்பிளாஸ்மியா ஆக்ட்டினோப்போடியா	Class Piroplasmea Actinopodea
உள்வகுப்பு ரேடியோலேரியா	Subclass Radiolaria
வரிசை போருலோசிடா	Order Porulosida
வரிசை ஆக்குலோசிடா	Order Oculosida
உள்வகுப்பு அக்காந்தேரியா	Subclass Acantharia
வரிசை அக்காந்தோமெட்ரிடா	Order Acanthometrida
வரிசை அக்காந்தோஃப்ராக்ட்டிடா	Order Acanthophractida
உள்வகுப்பு ஹெலியோசோயியா	Subclass Heliozoia
வரிசை ஆக்டினோஃப்ரியிடா	Order Actinophryida
வரிசை சென்ட்ரோஹெலிடா	Order Centrohelida
வரிசை டெஸ்மோத் தோரசிடா	Order Desmothoracida
உள்வகுப்பு புரோட்டியோமிக்சிடியா	Subclass Proteomyxidia
உள்தொகுதி ஸ்ப்போரோசோவா	Subphylum Sporozoa
வகுப்பு டெலோஸ்ப்போரியா	Class Telosporia
உள்வகுப்பு கிரெகரினியா	Subclass Gregarinia
வரிசை ஆர்க்கிகிரெகரினிடா	Order Archigregarinida
வரிசை இயூகிரெகரினிடா	Order Eugregarinida
வரிசை நியோகிரெகரினிடா	Order Neogregarinida
உள்வகுப்பு காக்சிடியா	Subclass Coccidia
வரிசை புரோட்டோ காக்சிடியா	Order Protococeida
வரிசை இயூகாக்சிடியா	Order Eucoceida
வகுப்பு டாக்சோப்பிளாஸ்மியா	Class Toxoplasmea
வரிசை டாக்சோப்பிளாஸ்மிடா	Order Toxoplasmid:
வகுப்பு ஹேப்லோஸ்போரியா	Class Haplosporea
வரிசை ஹேப்லோஸ்போரிடா	Order Haplosporida
வரிசை சார்க்கோஸ்போரிடா	Order Sarcosporida
உள்தொகுதி நிடோஸ்ப்போரா	Subphylum Cnidospora
வகுப்பு மிக்சோஸ்ப்போரிடியா	Class Myxosporidea
வரிசை மிக்சோஸ்ப்போரிடா	Order Myxosporida
வரிசை ஆக்டினோமிக்சிடா	Order Actinomyxida
வரிசை ஹெலிகோஸ்ப்போரிடா	Order Helicosporida
வகுப்பு மைக்ரோஸ்ப்போரிடியா	Class Microsporidea

உள்தொகுதி சிலியோஃபோரா	Subphylum Ciliophora
வகுப்பு சிலியேட்டா	Class Ciliata
உள்வகுப்பு ஹாலோட்டிரைக்கா	Subclass Holotrichia
வரிசை ஜிம்னோஸ்ட்டோமட்டிடா	Order Gymnostomatida
வரிசை டிரைக்கோஸ்ட்டோமட்டிடா	Order Trichostomatida
வரிசை கோனோட்டிரைக்கிடா	Order Chonotrichida
வரிசை அப்போஸ்ட்டோமட்டிடா	Order Apostomatida
வரிசை அஸ்ட்டோமட்டிடா	Order Astomatida
வரிசை ஹைமனோஸ்ட்டோமட்டிடா	Order Hymenostomatida
வரிசை திகிமோட்டிரைக்கிடா	Order Thigmotrichida
உள்வகுப்பு பெரிட்டிரைக்கியா	Subclass Peritrichia
உள்வகுப்பு சக்ட்டோரியா	Subclass Suctoria
வரிசை சக்ட்டோரிடா	Order Suctorida
உள்வகுப்பு ஸ்ப்பைரோட்டிரைக்கியா	Subclass Spirotrichia
வரிசை ஹெட்டிரோட்டிரைக்கிடா	Order Heterotrichida
வரிசை ஆலிகோட்டிரைக்கிடா	Order Oligotrichida
வரிசை டின்ட்டின்னிடா	Order Tintinnida
வரிசை என்ட்டோடைனியோமார்ஃபிடா	Order Entodiniomorphida
வரிசை ஓடன்ட்டோஸ்ட்டோமட்டிடா	Order Odontostomatida
வரிசை ஹைப்போட்டிரைக்கிடா	Order Hypotrichida
தொகுதி இடையுயிரி	**Phylum Mesozoa**
வரிசை டைசிமிடா	Order Dicyemida
வரிசை ஆர்த்தோனெக்டிடா	Order Orthonectida
தொகுதி புரையுடலி	**Phylum Parazoa (Porifera)**
வகுப்பு ஹெக்சாட்டினெல்லிடா	Class Hexactinellida
உள்வகுப்பு ஆம்ஃபிடிஸ்க்கோஃபோரா	Subclass Amphidiscophora
வரிசை ஆம்ஃபிடிஸ்க்கோசா	Order Amphidiscosa
வரிசை ஹெமிடிஸ்க்கோசா	Order Hemidiscosa
உள்வகுப்பு ஹெக்சாஸ்ட்டெரோஃபோரா	Subclass Hexasterophora
வரிசை ஹெக்சாக்ட்டினோசா	Order Hexactinosa
வரிசை லிக்னிஸ்க்கோசா	Order Lychniscosa
வரிசை லிஸ்ஸாசினோசா	Order Lyssacinosa
வரிசை ரெட்டிக்குலோசா	Order Reticulosa
வகுப்பு கால்க்கேரியா	Class Calcarea
உள்வகுப்பு கால்க்சினியா	Subclass Calcinea
வரிசை கிளாத்ரினிடா	Order Clathrinida
வரிசை லூசெட்டிடா	Order Leucettida

உள்வகுப்பு கால்க்கரோனியா	Subclass Calcaronea
வரிசை லூரக்கோசொலீனிடா	Order Leucosoleniida
வரிசை சைசெட்டிடா	Order Sycettida
உள்வகுப்பு ஃபேரட்ரோனிடியா	Subclass Pharetronidia
வகுப்பு டெமோஸ்ப்பான்ஜியே	Class Demospongiae
உள்வகுப்பு டெட்டிராக்டினோமார்ஃபா	Subclass Tetractinomorpha
வரிசை ஹோமோஸ்க்கிளீரோஃபோரிடா	Order Homosclerophorida
வரிசை கோரிஸ்ட்டிடா	Order Choristida
வரிசை ஸ்ப்பைரோஃபோரிடா	Order Spirophorida
வரிசை ஹேடிரோமெரிடா	Order Hadromerida
வரிசை ஆக்சினெல்லிடா	Order Axinellida
உள்வகுப்பு செராக்டினோமார்ஃபா	Subclass Ceractinomorpha
வரிசை டெண்டிரோசெராட்டிடா	Order Dendroceratida
வரிசை டிக்ட்டியோசெரர்ட்டிடா	Order Dictyoceratida
வரிசை ஹேப்லோஸ்க்ளீரிடா	Order Haplosclerida
வரிசை போசிலோஸ்க்ளீரிடா	Order Poecilosclerida
வரிசை ஹேலிகாண்டிரிடா	Order Halichondrida
வகுப்பு ஸ்க்ளீரோஸ்ப்பான்ஜியே	Class Sclerospongiae.
தொகுதி குழியுடலி	**Phylum Coelenterata**
வகுப்பு ஹைடிரோசோவா	Class Hydrozoa
வரிசை ஹைடிராய்டா	Order Hydroida
வரிசை மில்லிப்போரினா	Order Milleporina
வரிசை ஸ்டைலாஸ்ட்டரினா	Order Stylasterina
வரிசை ட்ராக்கிலைனா	Order Trachylina
வரிசை சைஃபனோஃபோரா	Order Siphonophora
வரிசை ஸ்ப்பாஞ்சியோமார்ஃபிடா	Order Spongiomorphida
வரிசை ஸ்ட்ரோமேட்டோபோராய்டியா	Order Stromatoporoidea
வகுப்பு ஸ்கைஃபோசோவா	Class Scyphozoa.
உள்வகுப்பு ஸ்கைஃபோமெடூசே	Subclass Scyphomedusae
வரிசை ஸ்ட்டாரோமெடூசே	Order Stauromedusae
வரிசை கியூபோமெடூசே	Order Cubomedusae
வரிசை கோரோனேட்டே	Order Coronatae
வரிசை செமெயோஸ்ட்டோமியே	Order Semaeostomeae
வரிசை ரைஸோஸ்ட்டோமியே	Order Rhizostomeae
உள்வகுப்பு கோனல்ட்டா	Order Subclass Conulta
வரிசை கோனுலாரிடா	Order Conularida
வகுப்பு ஆந்த்தோசோவா	Class Anthozoa

உள்வகுப்பு அல்சியோனேரியா	Subclass Alcyonaria
வரிசை ஸ்ட்டோலோனிஃபெரா	Order Stolonifera
வரிசை டெலெஸ்ட்டேசியா	Order Telestacea
வரிசை அல்சியோனேசியா	Order Alcyonacea
வரிசை சீனோத்திகேலியா	Order Coenothecalia
வரிசை பென்னாட்டுலேசியா	Order Pennatulacea
வரிசை டிராக்கிசாம்மியேசியா	Order Trachypsammiacea
உள்வகுப்பு சோவாந்த்தேரியா	Subclass. Zoantharia
வரிசை ஆக்ட்டினியேரியா	Order Actiniaria
வரிசை டைக்கோடாக்ட்டியேரியா	Order Ptychodactiaria
வரிசை கோரல்லிமார்ஃபேரியா	Order Corallimorpharia
வரிசை ரூகோசா	Order Rugosa
வரிசை ஹெட்டிரோகோரல்லியா	Order Hetero corallia
வரிசை ஸ்க்ளெராக்ட்டினியா	Order Scleractinia
வரிசை சோவாந்ததிடியா	Order Zoanthidia
வரிசை டேபுலேட்டா	Order Tabulata
உள்வகுப்பு செரியாந்த்திபதேரியா	Subclass. Cerianthipatharia.
வரிசை ஆன்ட்டிபதேரியா	Order Antipatharia
வரிசை செரியாந்த்தேரியா	Order Ceriantharia
தொகுதி டீனோஃபோரா	**Phylum Ctenophora**
வகுப்பு டென்ட்டக்குலேட்டா	Class Tentaculata
வரிசை சிடிப்பிடியா	Order Cydippidea
வரிசை லோபேட்டா	Order Lobata
வரிசை செஸ்ட்டிடா	Order Cestida
வரிசை பிளாட்க்ட்டிடீனியா	Order Platyctenea.
வகுப்பு நியூடா	Class Nuda
வரிசை பெராய்டா	Order Beroida.
தொகுதி ரிங்கோசீலா	**Phylum Rhynchocoela**
வகுப்பு அனாப்ளா	Class Anopla
வரிசை பாலியோநெமர்ட்டினி	Order Paleonemertini
வரிசை ஹெட்டிரோநெமர்ட்டினி	Order Heteronemertini
வகுப்பு இனாப்ளா	Class Enopla
வரிசை ஹாப்ளோ நெமர்ட்டினி	Order Hoplonemertini
வரிசை (ப்) டெல்லோமார்ஃபா	Order Bdellomorpha
வரிசை (ப்) டெல்லோ நெமர்ட்டினி	Order (Bdellonemertini)
தொகுதி அக்காந்தோசெஃபலா	**Phylum Acanthocephala**
வரிசை ஆர்க்கியாக்காந்தோசெஃபலா	Order Archiacanthocephala

வரிசை பேலியாக்காந்தோசெஃபலா	Order Palaeacanthocephala
வரிசை இயோக்காந்தோசெஃபலா	Order Eocanthocephala
தொகுதி ரோட்டி:பெரா	**Phylum Rotifera**
வரிசை செய்சொனேசியா	Order Seisonacea
வரிசை (ப்) டெல்லாய்டியா	Order Bdelloidea
வரிசை மோனாகோன்ட்டா	Order Monogonta
தொகுதி பிரையாப்புலிடா	**Phylum Priapulida**
தொகுதி உருளைப்புழுக்கள்	**Phylum Nematoda (Nemata, Nematoidea)**
வகுப்பு செஸர்னென்ஷியா (ஃபாஸ்மிடியா)	Class Secernentea (Phasmidia)
உள்வகுப்பு ராப்டைட்டியா	Subclass Rhabditia
வரிசை ராப்டைட்டிடா	Order Rhabditida
வரிசை ஸ்ட்ராங்கைலிடா	Order Strongylida
வரிசை அஸ்க்காரிடிடா	Order Ascaridida
வரிசை டைலென்கிடா	Order Tylenchida
உள்வகுப்பு ஸ்ப்பைரூரியா	Subclass Spiruria
வரிசை ஸ்ப்பைரூரிடா	Order Spirurida
வரிசை கேமல்லினிடா	Order Camallinida
வகுப்பு அடினோஃபோரியா	Class Adenophorea. (Aphasmidia)
உள்வகுப்பு குரோமடோரியா	Subclass Chromadoria
வரிசை குரோமடோரிடா	Order Chromadorida
வரிசை மோன்ஹிஸ்ட்டரிடா	Order Monhysterida
உள்வகுப்பு இனோப்ளையா	Subclass Enoplia
வரிசை இனோப்ளிடா	Order Enoplida
வரிசை டோரிலைமிடா	Order Dorylaimida
வரிசை டையாக்ட்டோஃபைமாட்டிடா	Order Dioctophymatida
தொகுதி ஆஸ்கெல்மின்த்தஸ்	**Phylum Aschelminthes**
வகுப்பு ரோட்டிஃபெரா	Class Rotifera
வகுப்பு கேஸ்ட்ரோட்டிரைக்கா	Class Gastrotricha
வகுப்பு கைனோரிங்கா	Class Kinorhynca
வகுப்பு நெமட்டோடா	Class Nematoda
வகுப்பு நெமட்டோமார்ஃபா	Class Nematomorpha
தொகுதி :போரோனிடா	**Phylum Phoronida**
தொகுதி ஒட்டியுயிரி	**Phylum Bryozoa**
உள்தொகுதி என்ட்டோப்ரோக்ட்டா	Subphylum Entoprocta
வகுப்பு கேலிசோசோவா	Class Calyssozoa
வரிசை பெடிசெல்லினிடா	Order Pedicellinida
உள்தொகுதி எக்ட்டோப்ரோக்ட்டா.	Subphylum Ectoprocta
வகுப்பு ஃபைலக்ட்டோலீமேட்டா	Class Phylactolaemata

வரிசை புளுமட்டெல்லினா	Order Plumatellina
வகுப்பு ஜிம்னோலீமேட்டா	Class Gymnolaemata
வரிசை டீனோஸ்ட்டோமேட்டா	Order Ctenostomata
வரிசை கைலோஸ்ட்டோமேட்டா	Order Cheilostomata
வகுப்பு ஸ்ட்டீனோலீமேட்டா	Class stenolaemata
வரிசை ஃபெனெஸ்ட்ரேட்டா	Order Fenestrata
வரிசை கிரிப்ட்டோஸ்ட்டோமேட்டா	Order Cryptostomata
வரிசை ரேப்டோமீசோனேட்டா	Order Rhapdomesonata
வரிசை ட்ரிப்போஸ்ட்டோமேட்டா	Order Trepostomata
வரிசை சிஸ்ட்டோப்போரேட்டா	Order Cystoporata
வரிசை சைக்ளோஸ்ட்டோமேட்டா	Order Cyclostomata
தொகுதி கைக்காலிகள்	**Brachiopoda**
வகுப்பு இனார்ட்டிக்குலேட்டா	Class Inarticulata
வரிசை லிங்குலிடா	Order Lingulida
வரிசை அக்ரோட்ரெட்டிடா	Order Acrotretida
வரிசை ஓபோலெல்லிடா	Order Obolellida
வரிசை பேட்டரினிடா	Order Paterinida
வகுப்பு இன்செர்ட்டே செடிஸ்	Class Incertae sedis
வரிசை கூட்டோர்ஜினிடா	Order Kutorginida
வகுப்பு ஆர்ட்டிக்குலேட்டா	Class Articulata
வரிசை ஆர்த்திடியா	Order Orthidia
வரிசை ஸ்ட்ரோஃபோமெனிடா	Order Strophomenida
வரிசை பென்ட்டாமெரிடா	Order Pentamerida
வரிசை ரிங்கோனெல்லிடா	Order Rhynchonellida
வரிசை ஸ்பைரிஃபெரிடா	Order Spiriferida
வரிசை டெரிபிராட்டுலிடா	Ordear Terebratulid
தொகுதி சைபன்குலிடா	**Phylum Sipunculida**
தொகுதி மெல்லுடலிகள்	**Phylum Mollusca**
வகுப்பு மானோப்பிளேக்கோஃபோரா	Class Monoplacophora
வகுப்பு ஆம்ஃபிநியூரா	Class Amphineura
உள்வகுப்பு ஏப்பிளேக்கோஃபோரா	Subclass Aplacophora (Solenogastres)
உள்வகுப்பு பாலிபிளேக்கோஃபோரா	Subclaas Polyplacophora (Loricata)
வகுப்பு ஸ்கேஃபோப்போடா	Class Scaphopoda
வகுப்பு வயிற்றுக்காலி	Class Gastropoda
உள்வகுப்பு முன்செவுளிகள்	Subclass Prosobranchia
வரிசை தொல் வயிற்றுக்காலி	Order Archaeogastropoda (Aspide branchia)
வரிசை இடை வயிற்றுக்காலி	Order Mesogastropoda (Pactinibranchiata)
வரிசை புது வயிற்றுக்காலி	Order Neogastropoda

உள்வகுப்பு பின்செவுளிகள்	Subclass Opisthobranchia
வரிசை முடியிலாச் செவுளிகள்	Order Nudibranchia
வரிசை டெக்டி செவுளிகள்	Order Tecti branchia
உள்வகுப்பு பல்மனேட்டா	Subclass Pulmonata
வரிசை ஸ்டைலோமேட்டோஃபோரா	Order Stylommatophora
வரிசை பேசோமேட்டோஃபோரா	Order Basommatophora
வகுப்பு கலப்பைக்காலி (இருசிப்பிகள்)	Class Bivalvia (Pelecypoda)
உள்வகுப்பு புரோட்டோபிராங்கியா	Subclass Proto branchia
உள்வகுப்பு டாக்சோடான்ட்டா	Subclass Taxodonta
உள்வகுப்பு அன்ஐசோமையாரியா	Subclass Anisomyaria
உள்வகுப்பு தட்டைச் செவுளிகள்	Subclass Eulamellibranchia
உள்வகுப்பு தகட்டுச்செவுளிகள்	Subclass Septibranchia
வகுப்பு தலைக்காலிகள்	Class cephalopoda
உள்வகுப்பு நாட்டிலாய்டியா	Subclass Nautiloidea
உள்வகுப்பு அம்மொனாய்டியா	Subclass Ammonoidea
உள்வகுப்பு கோலியாய்டியா	Subclass Coleoidea
தொகுதி எக்கையூரிடா	**Phylum Echiurida**
வரிசை எக்கையூராய்னியா	Order Echiuroinea
வரிசை செனோநூஸ்ட்டா	Order Xenopneusta
வரிசை ஹெட்டிரோமையோட்டா	Order Heteromyota
தொகுதி வளைதசைப்புழுக்கள்	**Phylum Annelida**
வகுப்பு பாலிகீட்டா	Class Polychaeta
வகுப்பு எர்ரன்ஷியா	Class Errantia
வகுப்பு செடன்ட்டேரியா	Class Sedantaria
வகுப்பு ஆலிகோகீட்டா	Class Oligochaeta
வகுப்பு ஹைருடினியா	Class Hirudinea
வரிசை ஏரின் கோப்டெல்லே	Order Arhynchobdellae
வரிசை ஏரின்கோப்டெல்லே	Order Arhynchobdellae
வகுப்பு தொல்வளைதசைப்புழுக்கள்	Class Archiannelida
வகுப்பு மைசோஸ்ட்டோமேரியா	Class Mysostomaria
தொகுதி ஒனைக்கோஃபோரா	**Phylum Onychophora**
தொகுதி கணுக்காலிகள்	**Phylum Arthropoda**
உள்தொகுதி முக்கூற்றுடலி	Subphylum Trilobitomorpha
உள்தொகுதி கிடுக்கிக்காலி	Subphylum Chelicerata
வகுப்பு மீரோஸ்டோமேட்டா	Class Merostomata
உள்வகுப்பு சைஃபோசுரா	Subclass xiphosura

வரிசை அக்ளாஸ்ட்பிடா	Order Aglaspida
வரிசை சைஃபோசூரிடா	Order xiphosurida
உள்வகுப்பு யூரிப்டெரிடா	Subclass Eurypterida
வகுப்பு பிக்னோகோனிடா	Class Pycnogonida
வரிசைபேன்ட்டோபோடா	Order Pantopoda
வரிசை பழம்பேன்டோபோடா	Order Palaeonpantopoda
வகுப்பு அராக்னிடா	Class. Arachnida
வரிசை தேள்கள்	Order Scorpionida
வரிசை ஆம்பிலிபைஜி	Order Amblipygi
வரிசை யூரோபைஜி	Order Uropygi
வரிசை பால்ப்பிகிரேடிடா	Order Palpigradida
வரிசை சிலந்திகள்	Order Araneida
வரிசை சோல்பூஜிடா	Order Solpugida
வரிசை போலித்தேள்கள்	Order Pscudoscorpionida
வரிசை ரிசினூலிடா	Order Ricinuleida
வரிசை ஃபாலஞ்ஜிடா	Order Phalangida
வரிசை அக்காரினா	Order Acarina
உள்தொகுதி மெண்டிபுலேட்டா	Subphylum Mandibulata
வகுப்பு ஓட்டுடலிகள்	Class Crustacea
உள்வகுப்பு தலைஓட்டுடலி	Subclass Cephalocarida
உள்வகுப்பு செவுள் காலி	Subclass Branchiopoda
வரிசை அனாஸ்ட்ரேக்கா	Order Anostraca
வரிசை லிபோஸ்ட்ரேக்கா	Order Lipostraca
வரிசை நோட்டோஸ்ட்ரேக்கா	Order Notostraca
வரிசை கான்காஸ்ட்ரேக்கா	Order Conchostraca
வரிசை கிளோடோசிரா	Order Cladocera
உள்வகுப்பு ஆஸ்ட்ரக்கோடா	Subclass Ostracoda
வரிசை மையோடோக்கோபா	Order Myodocopa
வரிசை கிளேடோக்கோபா	Order Cladocopa
வரிசை போடோக்கோபா	Order Podocopa
வரிசை பிளாட்டிக்கோபா	Order Platycopa
உள்வகுப்பு மிஸ்டகோக்கேரிடா	Subclass Mystacocarida
உள்வகுப்பு கோப்பிப்போடா	Subclass Copepoda
வரிசை கேலனாய்டியா	Order Calanoida
வரிசை ஹார்பக்ட்டிகாய்டியா	Order Harpacticoida
வரிசை சைக்ளோப்பாய்டா	Order Cyclopoida
வரிசை நோட்டோடெல்ஃபையாய்டியா	Order Notodelphyoida

வரிசை மான்ஸ்ட்ரில்லாய்டியா	Order Monstilloida
வரிசை கேலிகோய்டா	Order Caligoida
வரிசை லெர்னேபோடாய்டா	Order Lernaepodoida
உள்வகுப்பு பிராங்கியூரா	Subclass Branchiura
வரிசை ஆர்குலாய்டா	Order Arguloida
உள்வகுப்பு சிர்ரிபீடியா	Subclass Cirripedia
வரிசை தோராசிகா	Order Thoracica
வரிசை அக்ரோதோராசிகா	Order Acrothoracica
வரிசை அப்போடா	Order Apoda
வரிசை ரைசோசெஃபாலா	Order Rhizocephala
உள்வகுப்பு மேலகாஸ்ட்ரேகா	Subclass Malacostraca
உயர்வரிசை லெப்டோஸ்ட்ரேகா	Superorder Lepftostraca
வரிசை நெபேலியோசியா	Order Nebaliaca
உயர்வரிசை ஹாப்ளோகேரிடா	Superorder Hoplocarida
வரிசை ஸ்டோமேட்டோப்போடா	Order Stomatopoda
உயர்வரிசை சின்கேரிடா	Superorder Syncarida
வரிசை அனாஸ்ப்டேசியா	Order Anaspidacea
வரிசை பேதினெல்லேசியா	Order Bathynellacea
உயர்வரிசை பான்கேரிடா	Superorder Pancarida
வரிசை தெர்மாஸ்பினேசியா	Order Thermosbaenacea
உயர்வரிசை பெராகேரிடா	Superorder Peracarida
வரிசை . ஸ்பீலியோகிரைஃபேசியா	Order Speleo griphacea
வரிசை மைசிடேசியா	Order Mysidacea
வரிசை கியூமேசியா	Order Cumacea
வரிசை டேனைடேசியா	Order Tanaidacea
வரிசை ஐசோப்போடா	Order Isopoda
வரிசை ஆம்ஃபிப்போடா	Order Amphipoda
உயர்வரிசை இயூகேரிடா	Superorder Eucarida
வரிசை இயூஃபாசியேசியா	Order Euphausiacea
வரிசை டெக்காப்போடா	Order Decapoda
வகுப்பு பாரோப்போடா	Class Pauropoda
வகுப்பு சிம்ஃபைலா	Class Symphyla
வகுப்பு டிப்ளோப்போடா	Class Diplopoda
வகுப்பு கைலோப்போடா	Class Chilopoda
உள்வகுப்பு நோட்டோஸ்டிக்மார்ஃபோரா	Subclass Notostigmorphora
வரிசை ஸ்கூட்டிஜெரோமார்ஃபா	Order Scutigeromorpha
உள்வகுப்பு புளூரோஸ்டிக்மார்ஃபோரா	Subclass Pleurostig morphora
வரிசை லித்தோபையோமார்ஃபா	Order Lithobiomorpha

வரிசை கிரேட்டரோஸ்ட்டிக்மார்ஃபா	Order Craterostigmorpha
வரிசை ஸ்கோலோப்பெண்டிரோமார்ஃபா	Order Scolopendromorpha
வரிசை ஜியோஃபைலோமார்ஃபா	Order Geophilomorpha
வகுப்பு பூச்சிகள் (அறுகாலி)	Class Inseeta (Hexapoda)
உள்வகுப்பு ஏப்ட்டெரிகோட்டா	Subclass Apterygota
வரிசை புரோட்டூரா	Order Protura
வரிசை தைசானியூரா	Order Thysanura
வரிசை கொலெம்போலா	Order Collembola
உள்வகுப்பு ப்ட்டெரிகோட்டா	Subclass Pterygota
எக்சோப்ட்டெரிகோட்டா	Exopterygota
வரிசை எஃபிமெராப்ட்டீரா (எஃபிமெரிடா)	Order Ephemeroptera (Ephemerida)
வரிசை ஓடனேட்டா	Order Odonata
வரிசை ஆர்த்தாப்ட்டீரா	Order Orthoptera
வரிசை ஐசாப்ட்டீரா	Order Isoptera
வரிசை பிளெகாப்ட்டீரா	Order Plecoptera
வரிசை டெர்மாப்ட்டீரா	Order Dermaptera
வரிசை எம்பயாப்ட்டீரா	Order Embioptera
வரிசை சோகாப்ட்டீரா	Order Psocoptera
வரிசை சோராப்ட்டீரா	Order Zoraptera
வரிசை மேல்லோஃபேகா	Order Mallophaga
வரிசை அனாப்ளூரா	Order Anoplura
வரிசை தைசனாப்ட்டீரா	Order Thysanoptera
வரிசை ஹெமிப்ட்டீரா	Order Hemiptera
வரிசை ஹோமாப்ட்டீரா	Order Homoptera
எண்டோப்ட் டெரிகோட்டா	Endopterygota
வரிசை நியூராப்ட்டீரா	Order Neuroptera
வரிசை கோலியாப்ட்டீரா	Order Coleoptera
வரிசை மெகாப்ட்டீரா	Order Mecoptera
வரிசை டிரைகாப்ட்டீரா	Order Trichoptera
வரிசை லெபிடாப்ட்டீரா	Order Lepidoptera
வரிசை டிப்ட்டீரா	Order Diptera
வரிசை சைஃபனாப்ட்டீரா	Order Siphonaptera
வரிசை ஹைமெனாப்ட்டீரா	Order Hymenoptera
தொகுதி எக்கைனோடெர்மேட்டா	**Phylum Echinodermata**
உள்தொகுதி ஹோமலோசோவா	Sub phylum Homalozoa
உள்தொகுதி கிரைனோசோவா	Subphylum Crinozoa
வகுப்பு சிஸ்ட்டாய்டியா	Class. Cystoidea

வரிசை டிப்ளோப் போரிட்டா	Order Diploporita
வரிசை ரோம்பிஃபெரா	Order Rhombifera
வகுப்பு பிளாஸ்ட்டாய்டியா	Class Blastoidea
வகுப்பு இயோகிரைனாய்டியா	Class Eocrineidea
வகுப்பு பாரகிரைனாய்டியா	Class Paracrineida
வகுப்பு கிரைனாய்டியா	Class Crineidea
உள்வகுப்பு இனாடுநேட்டா	Subclass Inadunata
உள்வகுப்பு கேமரேட்டா	Subclass Camerata
உள்வகுப்பு ஃப்ளெக்சிபிலியா	Subclass Flexibilia
உள்வகுப்பு ஆர்ட்டிக்குலேட்டா	Subclass Articulata
உள்தொகுதி எக்கைனோசோவா	Subphylum Echinozoa
வகுப்பு எட்ரையோ ஆஸ்ட்டெராய்டியா	Class Edrioasteroidea
வகுப்பு ஹெலிகோப்பிளேக்காய்டியா	Class Helicoplacoidea
வகுப்பு ஓஃபியோசிஸ்ட்டியாய்டியா	Class Ophio cistioidea
வகுப்பு சைக்ளோ சிஸ்ட்டாய்டியா	Class Cyclo cystoidea
வரிசை ஹாலோத்தூராய்டியா	Class Holothuroidea
உள்வகுப்பு டெண்டிரோ கைரொட்டேசியா	Subclass Dendrochirotacea
வரிசை டேக்டிலோ கைரொட்டிடா	Order Dactylo chirotida
வரிசை டெண்டிரோ கைரொட்டிடா	Order Dendro chirotida
உள்வகுப்பு அஸ்பிடோ கைரொட்டேசியா	Subclass Aspido chirotacea
வரிசை அஸ்பிடோ கைரொட்டிடா	Order Aspido chirotida
வரிசை எலாசிப்போடிடா	Order Elasipodida
உள்வகுப்பு ஏபோடேசியா	Subclass Apodacea
வரிசை மோல்ப்பாடிடா	Order Molpadida
வரிசை அப்போடிடா	Order Apodida
வகுப்பு எக்கைனாய்டியா	Class Echineidea
உள்வகுப்பு பெரிஷ்சோ எக்கைனாய்டியா	Subclass Perischoechinoidea
வரிசை போத்ரியோசிடராய்டா	Order Bothrio cidaroida
வரிசை எக்கைனோசிஸ்ட்டிட்டாய்டா	Order Echinocystitoida
வரிசை பேலிஎக்கைனாய்டா	Order Palae chinoida
வரிசை சிடராய்டா	Order Cidaroida
உள்வகுப்பு இயூகைனாய்டியா	Subclass Euchinoidea
உயர்வரிசை டையடெமட்டாசியா	Super order Diadematacea
வரிசை டையடெமட்டாய்டா	Order Diadematoida
வரிசை பெடினாய்டா	Order Pedinoida
வரிசை எக்கைனோதூரியாய்டியா	Order Echinothurioida
வரிசை பைகஸ்ட்டெராய்டா	Order Pygasteroida

உயர்வரிசை எக்கைனேசியா	Super Order Echinacea
வரிசை சாலினியாய்டா்	Order Salenioida
வரிசை ஹெமிசிடராய்டா	Order Hemicidaroida
வரிசை ஃபைமோஸ்ட்டோமேட்டாய்டா	Order Phymostomatoida
வரிசை அர்பசியாய்டா	Order Arbacioida
வரிசை டெம்னோப்புளூராய்டா	Order Temnopleuroida
வரிசை எக்கைனாய்டா	Order Echinoida
உயர்வரிசை நேத்தோஸ்டோமேட்டா	Super Order Gnathostomata
வரிசை ஹோலிக்டிபாய்டா	Order Holectypoida
வரிசை கிளைபிஆஸ்டெராய்டா	Order Clypeasteroida
வரிசை கேஸ்ஸிடுலாய்டா	Order Cassiduloida
உயர்வரிசை ஏடீலோஸ்டோமேட்டா	Super Order Atelostomata
வரிசை ஹோலாஸ்டெராய்டா	Order Holasteroida
வரிசை ஸ்பேட்டங்காய்டா	Order Spatangoida
உள்தொகுதி ஆஸ்டெரோசோவா	Subphylum Asterozoa
வகுப்பு ஸ்டெல்லெராய்டியா	Class Stelleroidea
உள்வகுப்பு ஸ்டோமேஸ்டெராய்டியா	Subclass Stomasteroidea
உள்வகுப்பு ஆஸ்டெராய்டியா	Subclass Asteroidea
வரிசை பிளேட்டிஆஸ்டெரிடா	Order Platyasterida
வரிசை ஹெமிசோனிடா	Order Hemizonida
வரிசை ஃபெனெரோ சோனிடா	Order Phanerozonida
வரிசை ஸ்பைனுலோசிடா	Order Spinulosida
வரிசை யூக்ளேஸ்டெரிடா	Order Euclasterida
வரிசை ஃபோர்சிபுலேட்டிடா	Order Forcipulatida
உள்வகுப்பு ஒஃபியூராய்டியா	Subclass Ophiuroidea
வரிசை ஸ்டெனூரிடா	Order Stenurida
வரிசை ஈகோஃபையூரிடா	Order Oegophiurida
வரிசை ஃப்ரினோஃபையூரிடா	Order Phrynophiurida
வரிசை ஒஃபியூரிடா	Order Ophiurida
தொகுதி கீட்டோனேத்தா	**Phylum Chaetognatha**
தொகுதி ஹெமிகார்டேட்டா	**Phylum Hemichordata**
வகுப்பு என்டிரோநியூஸ்ட்டா	Class Enteropneusta
வகுப்பு ப்டீரோபிராங்கியா	Class Pterobranchia
வகுப்பு கிரேப்ட்டோலித்தினா (கிரேப்ட்டோசோவா)	Class Graptolithina (Graptozoa)
தொகுதி முதுகுநாணிகள்	**Phylum Chordata**
உள்தொகுதி டியூனிகேட்டா	Subphylum Tunicata (Urochordata)
வகுப்பு அசிடியேசியா	Class Ascidiacea

வகுப்பு தேலியாசியா	Class Thaliaceae
வகுப்பு லார்வேசியே	Class Larvaceae
உள்தொகுதி தலைமுதுகுநாணிகள்	Subphylum Cephalochordata
உள்தொகுதி கிரேனியேட்டா (முதுகெலும்பிகள்)	Subphylum Craniata (Vertebrata)
வகுப்பு தாடையற்றவை.	Class Agnatha
உள்வகுப்பு டிப்ளோரைனா	Subclass Diplorhina
வரிசை ஹெட்டிரோஸ்ட்ரேசி	Order Heterostraci
வரிசை சீலோலெப்பிடா	Order Coelolepida
உள்வகுப்பு மானோரைனா	Subclass Monorhina
உயர்வரிசை ஹைப்பெரோட்ரெட்டி.	Super order Hyperotreti
வரிசை மிக்சினாய்டியா	Order Myxinoidea
உயர்வரிசை ஹைப்பெரோ ஆர்ட்டி	Super order Hyperoarti
வரிசை பெட்ரோமைசானிடா	Order Petromyzonida
வரிசை ஆஸ்டியோஸ்ட்ரேசி	Order Osteostraci
வரிசை அனாஸ்ப்பிடா	Order Anaspida
உள்வகுப்பு வட்ட வாயிகள்	Subclass Cyclostomata
வகுப்பு பிளேக்கோடெர்மி	Class Placodermi
வரிசை ஆர்த்ரோடைரா	Order Arthrodira
வரிசை டைக்கோடான்ஷியா	Order Ptyctodontia
வரிசை ஃபில்லோ லெப்பிடா	Order Phyllolepida
வரிசை பெட்டாலிகித்தியிடா	Order Petalichthyida
வரிசை ரெனானிடா	Order Rhenanida
வரிசை ஆன்ட்டியார்க்கி	Order Antiarchi
வகுப்பு குருத்தெலும்புமீன்கள்	Class chondrichthyes
உள்வகுப்பு எலாஸ்மோபிராங்கை	Subclass Elasmobranchi
வரிசை கிளேடோசெலாச்சி	Order Cladoselachii
வரிசை புளூரோக்காந்த்தோடியை	Order Pleurocanthodii
வரிசை செலாச்சி	Order Selachii
வரிசை பேட்டாய்டியா	Order Batoidea
உள்வகுப்பு ஹாலோசெஃபாலி	Subclass Holocephali
வரிசை கிமைரிஃபார்மிஸ்	Order Chimaeriformes
வகுப்பு எலும்புமீன்கள்	Class Osteichthyes
உள்வகுப்பு ஆக்டினோடெரிஜியை	Subclass Actinopterygii
கீழ்வகுப்பு காண்டிராஸ்டியை	Infraclass Chondrostei
வரிசை பேலியானிஸ்சிஃபார்மெ	Order Palaeonisciformes
வரிசை பாலிப்டெரிஃபார்மெ (கிளேடிஸ்ஷியா)	Order Polypteri formes (cladistia)
வரிசை அசிபென்செரிஃபார்மெ	Order Acipenseri formes

கீழ்வகுப்பு ஹோலாஸ்ட்டியை	Infraclass Holostei
வரிசை செமியோனோட்டிஃபார்மெ	Order Semionotiformes
வரிசை பிக்னோடோன்டிஃபார்மெ	Order Pycnodonti formes
வரிசை ஆமிஃபார்மெ	Order Amiiformes
வரிசை அஸ்பிடோரிங்கிஃபார்மெ	Order Aspidorhynchiformes
வரிசை ஃபோலிடோஃபோரிஃபார்மெ	Order Pholidophoriformes
கீழ்வகுப்பு டீலியாஸ்ட்டியை	Infraclass Teleostei
வரிசை லெப்டோலெபிஃபார்மெ	Order Leptolepi formes
வரிசை எலோப்பிஃபார்மெ	Order Elopiformes
வரிசை அங்குயிலிஃபார்மெ	Order Anguilli formes
வரிசை நோட்டகான்திஃபார்மெ	Order Notacanthi formes
வரிசை குளுப்பிஃபார்மெ	Order Clupei formes
வரிசை ஆஸ்ட்டியோகிளாஸ்ஸிஃபார்மெ	Order Osteoglossi formes
வரிசை சால்மனிஃபார்மெ	Order Salmoni formes
வரிசை சீட்டோமைமிஃபார்மெ	Order Cetomimi formes
வரிசை டீனோத்ரிஸ்ஸிஃபார்மெ	Order Ctenothrissi formes
வரிசை கோனோரிங்கோஃபார்மெ	Order Gonoryncho formes
வரிசை சைப்ரினிஃபார்மெ	Order Cyprini formes
வரிசை சைலூரிஃபார்மெ	Order Siluriformes
வரிசை பெர்கோப்சிஃபார்மெ	Order Percopsi formes
வரிசை பேட்ரகாய்டிஃபார்மெ	Order Batrachoidi formes
வரிசை கோபிசோசிஃபார்மெ	Order Gobiesociformes
வரிசை லோஃபிஃபார்மெ	Order Lophiiformes
வரிசை கேடிஃபார்மெ	Order Gadi formes
வரிசை அத்தெரினிஃபார்மெ (பெலோனிஃபார்மெ)	Order Atherini formes (Beloni formes)
வரிசை பெரிசிஃபார்மெ	Order Beryciformes
வரிசை சீயிஃபார்மெ	Order Zeiformes
வரிசை லேம்ப்ரிடிஃபார்மெ	Order Lampridi formes
வரிசை கேஸ்ட்டெராஸ்டியிஃபார்மெ	Order Gasterostei formes
வரிசை பெகாசிஃபார்மெ	Order Pegasi formes
வரிசை சின்பிராங்கிஃபார்மெ	Order Synbranchiformes
வரிசை பெர்சிஃபார்மை (அக்காந்தோடெரிஜியை)	Order Perciformes (Acanthopterygii)
வரிசை புளுரோனெடிஃபார்மெ	Order Pleuronectiformes
வரிசை டெட்ரடான்க்டிஃபார்மெ (பிளெக்டோநேத்தி)	Order Tetraodontiformes (Plectognathi)
உள்வகுப்பு கிராசாப்டெரிஜியை	Subclass Crossopterygii
வரிசை ஆஸ்டியோலெப்பிஃபார்மெ	Order Osteobpiformes

வரிசை சிலகாந்திஃபார்மெ	Order Coelacanthiformes
உள்வகுப்பு டிப்னோயி	Subclass Diproi
வரிசை டிப்டெரிஃபார்மெ	Order Dipteriformes
வகுப்பு இருவாழ்விகள்	Class Amphibia
உள்வகுப்பு லேபிரிந்த்தோடாண்ஷியா	Subclass Labyrinthodontia
வரிசை இக்தையோஸ்ட்டீகேலியா	Order Ichthyostegalia
வரிசை டெம்னோஸ்ப்பாண்டைலி	Order Temnospondyli
வரிசை ஆந்த்ரகோசாரியா	Order Anthracosauria
உள்வகுப்பு லெப்போஸ்ப்பாண்டைலி	Subclass Lepospondyli
வரிசை நெக்ட்ரிடியா	Order Nectridea
வரிசை ஐஸ்ட்டோபோடா	Order Aistopoda
வரிசை மைக்ரோசாரியா	Order Microsauria
உள்வகுப்பு லிசாம்பிஃபியா	Subclass Lissamphibia
வரிசை அனூரா	Order Anura
வரிசை யூரோடிலா	Order Urodela
வரிசை அப்போடா	Order Apoda
வகுப்பு ஊர்வன	Class Reptilia
உள்வகுப்பு அனாப்சிடா	Subclass Anapsida
வரிசை காட்டிலோசாரியா	Order Cotylosauria
வரிசை மீசோசாரியா	Order Mesosauria
வரிசை கெலோரியா	Order Cheloria
உள்வகுப்பு இக்த்தையோப்டெரிஜியா	Subclass Ichthyopterygia
வகுப்பு இக்த்தையோசாரியா	Order Ichthyosauria
உள்வகுப்பு யூரியாப்சிடா	Subclass Euryapsida
வரிசை சாரோடெரிஜியா	Order Sauropterygia
வரிசை பிளக்கோடான்ஷியா	Order Placodontia
வரிசை அரியோசிலிடா	Order Araeoscelida
உள்வகுப்பு லெப்பிடோசாரியா	Subclass Lepidosauria
வரிசை இயோசூச்சியா	Order Eosuchia
வரிசை ரின்க்கோசெஃபாலியா	Order Rhynchocephalia
வரிசை ஸ்க்குவாமேட்டா	Order Squamata
உள்வகுப்பு ஆர்க்கோசாரியா	Subclass Archosauria
வரிசை தீக்கோடான்ஷியா	Order Thecodontia
வரிசை குரொக்கோடைலியா	Order Crocodilia
வரிசை ப்டீரோசாரியா	Order Pterosauria
வரிசை சாரிஷ்ச்சியா	Order Saurischia
வரிசை ஆர்னித்திஷ்ச்சியா	Order Ornithischia

உள்வகுப்பு சைனாப்சிடா	Subclass Synapsida
வரிசை பெலிகோசாரியா	Order Pelicosauria
வரிசை தெராப்சிடா	Order Therapsida
வரிசை இக்டிடோசாரியா	Order Ictidosauria
வகுப்பு பறவைகள்	Class Aves
உள்வகுப்பு ஆர்க்கியார்னித்தெ	Subclass Archacornithes
வரிசை ஆர்க்கியாப்டெரிஜிஃபார்மெ	Order Archaeopterygiformes
உள்வகுப்பு நியார்னித்தெ	Subclass Neornithes
உயர்வரிசை ஒடொண்ட்டோநேத்தே	Super Order odontognathae
வரிசை ஹெஸ்பெரார்னித்திஃபார்மெ	Order Hesperornithiformes
உயர்வரிசை நியோனேத்தே	Super Order Neognathae
வரிசை ஸ்ட்ருத்தியானிஃபார்மெ	Order Struthioniformes
வரிசை அப்பையார்னித்திஃபார்மெ	Order Aepyornithiformes
வரிசை டைனார்னித்திஃபார்மெ	Order Dinornithiformes
வரிசை கேசுவரிஃபார்மெ	Order Casuariiformes
வரிசை அப்டெரிஜிஃபார்மெ	Order Apterygiiformes
வரிசை ரீயிஃபார்மெ	Order Rheiformes
வரிசை டைனாமிஃபார்மெ	Order Tinamiformes
வரிசை கேவிஃபார்மெ	Order Gaviiformes
வரிசை போடிசிப்பெடிஃபார்மெ	Order Podicipediformes
வரிசை புரோசெல்லெரிஃபார்மெ	Order Procellariiformes
வரிசை ஸ்ஃபெனசிஃபார்மெ	Order Sphenesciformes
வரிசை பெலிகனிஃபார்மெ	Order Pelecaniformes
வரிசை சைக்கோனீபார்மெ	Order Ciconiiformes
வரிசை அன்செரிஃபார்மெ	Order Anseriformes
வரிசை ஃபால்கனிஃபார்மெ	Order Falconiformes
வரிசை கேல்லிஃபார்மெ	Order Golliformes
வரிசை குருயிஃபார்மெ	Order Gruiformes
வரிசை டையாட்ரைமிஃபார்மெ	Order Diatrymiformes
வரிசை காரடிரிஃபார்மெ	Order Charadriformes
வரிசை இக்தையார்னித்திஃபார்மெ	Order Ichthyornithiformes
வரிசை கொலம்பிஃபார்மெ	Order Columbiformes
வரிசை சிட்டாசிஃபார்மெ	Order Psittaciformes
வரிசை குகுலிஃபார்மெ	Order Cuculiformes
வரிசை ஸ்ட்ரைஜிஃபார்மெ	Order Strigiformes
வரிசை கேப்ரிமுல்ஜிஃபார்மெ	Order Caprimulgiformes
வரிசை ஏப்போடிஃபார்மெ	Order Apodiformes
வரிசை கோலீஃபார்மெ	Order Coliiformes

வரிசை ட்ரோகோனிஃபாமெ	Order Trogohiformes
வரிசை கோரசிஃபார்மெ	Order Coraciiformes
வரிசை பைசிஃபார்மெ	Order Piciformes
வரிசை பேஸ்ஸரிஃபார்மெ	Order Passeriformes
வகுப்பு பாலூட்டிகள்	Class Mammalia
உள்வகுப்பு புரோட்டோதீரியா	Subclass Prototheria
வரிசை மானோட்ரிமேட்டா	Order Monotremota
வரிசை ஒரு புழைப்பாலூட்டிகள்	
உள்வகுப்பு அல்லோத்தீரியா	Subclass Allotheria
வரிசை மல்ட்டி டியுபெர்க்குலேட்டா	Order Multituberculata
உள்வகுப்பு தீரியா	Subclass Theria
கீழ்வகுப்பு டிரைக்கோனோடாண்ட்டா	Infraclass Triconodonta
வரிசை டிரைக்கோனோடான்ட்டா	Order Triconodonta
வரிசை டைக்கோனோடான்ட்டா	Order Diconodonta
கீழ்வகுப்பு பேன்ட்டோத்தீரியா	Infraclass Pantotheria
வரிசை பேன்ட்டோத்தீரியா	Order Pantotheria
வரிசை சிம்மெட்ரோடோன்ட்டா	Order Symmetrodonta
கீழ்வகுப்பு மெட்டாத்தீரியா	Infraclass Metatheria
வரிசை மார்சூப்பியாலியா	Order Marsupialia
கீழ்வகுப்பு யூத்தீரியா	Infraclass Eutheria
வரிசை இன்செக்ட்டிவோரா	Order Insectiuora
வரிசை டெல்ட்டாத்தீரியா	Order Deltatheridia
வரிசை டெர்மாப்டிரா	Order Dermoptera
வரிசை டிரில்லோடான்ஷியா	Order Trillodontia
வரிசை டீனியோடான்ட்டா	Order Taeniodonta
வரிசை கைராப்ட்டிரா	Order Chiroptera
வரிசை மேக்ரோசெலிடியா	Order Macroscelidea
வரிசை பிரைமேட்	Order Primates
வரிசை கார்னிவோரா	Order Carnivora
வரிசை காண்டைலார்த்ரா	Order Condylarthra
வரிசை பேன்ட்டோடான்ட்டா	Order Pantodonta
வரிசை டைனோசெரட்டா	Order Dinocerata
வரிசை பைரோத்தீரியா	Order Pyrotheria
வரிசை புரோபாசிடியா	Order Proboscidea
வரிசை சைரீனியா	Order Sirenia
வரிசை டெஸ்மோஸ்ட்டைலியா	Order Desmostylia
வரிசை ஹைரக்காய்டியா	Order Hyracoidea
வரிசை எம்பிரித்தோப்போடா	Order Embrithopoda

வரிசை நோட்டோ அங்குலோட்டா	Order Notoungulata
வரிசை ஆஸ்ட்ரப்போத்தீரியா	Order Astrapotheria
வரிசை செனங்குலேட்டா	Order Xenungulata
வரிசை லிட்டோப்ட்டெர்னா	Order Litopterna
வரிசை பெரிசோடேக்டைலா	Order Perissodactyla
வரிசை அர்ட்டியோடேக்டைலா	Order Artiodactyla
வரிசை ஈடென்ட்டேட்டா	Order Edentata
வரிசை ஃபோலிடோட்டா	Order Pholidota
வரிசை டியூப்யுலிடென்ட்டேட்டா	Order Tubulidentata
வரிசை சிட்டேசியா	Order Cetacea
வரிசை ரோடன்ஷியா	Order Rodentia
வரிசை லாகோ மார்ஃபா	Order Lagomorpha